Yellow
10½ X 6¾
Inside
10 X 6 9/16

QK1
.W33495
1917
v.62

Vierteljahrsschrift

der

Naturforschenden Gesellschaft

in

Zürich.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. HANS SCHINZ

Direktor des Botanischen Gartens und Museums der Universität Zürich.

Zweiundsechzigster Jahrgang. 1917.

Mit 1 Porträt und 16 Tafeln.

Zürich,

in Kommission bei **Beer & Co.** in **Zürich**

1917.

D. 3.60

Gründungsjahr der Gesellschaft
1746.

S. 1—564 ausgegeben am 9. September 1917.

Das Doppelheft 1/2, Bogen 1—36, des 62. Jahrganges (1917) der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich ist von dieser bei Anlass der Jahresversammlung der Schweizer. Naturforschenden Gesellschaft in Zürich (9.—12. September 1917) den Teilnehmern als Festgabe überreicht worden.

S. 565—728 und I—LV ausgegeben am 31. Dezember 1917.

Inhalt.

Erster Teil:

Abhandlungen.

Seite

Emil Baur. Über die Photolyse der Uranylsalze 201
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

Josias Braun-Blanquet. Die xerothermen Pflanzenkolonien der Föhrenregion Graubündens 275
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

K. Bretscher. Der Frühlingszug des Kukuks in der Schweiz . . 143
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

H. Brockmann-Jerosch. Die ältesten Nutz- und Kulturpflanzen. (Hiezu Tafel II und III) 80
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

M. Cloetta. Zur Theorie der Narkose 194
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

M. Düggeli. Beitrag zur Frage über die Bedeutung der freilebenden Stickstoff fixierenden Bodenbakterien für die Ernährung der höheren Pflanzen 394
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

Alfred Ernst. Über den Ursprung der apogamen Angiospermen . 336
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

J. W. Fehlmann. Die Bedeutung des Sauerstoffes für die aquatile Fauna 230
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

J. Franel. A propos des tables de logarithmes 286
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

Rudolf Fueter. Ein Satz über Iteration von Potenzreihen und seine zahlentheoretische Anwendung 67
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

C. F. Geiser. Opere matematiche di Luigi Cremona 452
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

Albert Heim. Geologische Nachlese.

26. Der Kontakt von Gneiss und Mesozoikum am Nordrand des Aarmassivs bei Erstfeld. Von Albert und Arnold Heim. (Hiezu Tafel X und XI) 423
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

Arnold Heim. Das Valangien von St. Maurice und Umgebungen verglichen mit demjenigen der Ostschweiz 680

K. Hescheler. Über einen Unterkiefer von Rhinoceros antiquitatis Blumenb. aus dem Kanton Schaffhausen 319
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

K. Heusser. Neue vergleichende Permeabilitätsmessungen zur Kenntnis der osmotischen Verhältnisse der Pflanzenzelle im kranken Zustande 565
Ausgegeben als Separatabdruck am 8. Dezember 1917.

Seite

J. Hug. Die letzte Eiszeit der Umgebung von Zürich. (Hiezu Tafel V) 125
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

A. Hurwitz. Über ternäre diophantische Gleichungen dritten Grades . 207
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

P. Jaccard. Anatomische Struktur des Zug- und Druckholzes bei wagrechten Ästen von Laubhölzern. (Hiezu Tafel VI und VII) . 303
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

C. Keller. Zur Biologie von *Chrysomela aenea* L. und *Coleophora fuscedinella* Zell. (Hiezu Tafel IV) 103
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

A. Kiefer. Vom freien Fall auf schiefen Ebenen 73
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

— Über gewisse Parabelreihen 590
Ausgegeben als Separatabdruck am 8. Dezember 1917.

Alfred Kienast. Neue Entwicklungen über die Abel'sche Integralumkehrungsformel 59
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

Walter Knopfli. Beiträge zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Brustschulterskelettes der Vögel 49
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

J. Maurer. Unsere alten Zürcher Witterungsregister. (Hiezu Tafel XII) 470
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

Ernst Meissner. Beanspruchung und Formänderung zylindrischer Gefässe mit linear veränderlicher Wandstärke 153
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

Paul Niggli. Kristallstruktur und Chemismus 242
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

W. Oechsli und **C. Schröter.** I. Paul Usteri als Staatsmann. II. Usteris Bedeutung für die Naturwissenschaft. (Mit einer Portraittafel) . 1
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

A. de Quervain. Über die Arbeit der schweizerischen Erdbebenwarte Zürich. (Hiezu Tafel XVI) 539
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

M. Rikli. Die den 80° n erreichenden oder überschreitenden Gefässpflanzen 169
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

O. Roth. Hygienische Betrachtungen über den Reinheitszustand der Limmat von Zürich bis Wettingen mit besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Abwässer der Stadt Zürich 479
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

Ferdinand Rudio und **Carl Schröter.** Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte.

45. Die Eulerausgabe (Fortsetzung) 690

46. Nekrologe: Max Standfuss. Ulrich Meister. Emil Joseph Constam. Carl Hartwich. Wilhelm Schulthess. Georg Frobenius. Carl Seelig. Adolf W. Keller. Carl Stäubli 690

Naturwissenschaftliche Publikationen von Frl. Dr. L. Hezner † 728
Ausgegeben als Separatabdruck am 31. Dezember 1917.

Eduard Rübel. Anfänge und Ziele der Geobotanik 629
Ausgegeben als Separatabdruck am 15. Dezember 1917.

Seite

Eduard Rübel und **Josias Braun-Blanquet.** Mitteilungen aus dem Geobotanischen Institut Rübel in Zürich. Kritisch-systematische Notizen über einige Arten aus den Gattungen Onosma, Gnaphalium und Cerastium 599
Ausgegeben als Separatabdruck am 15. Dezember 1917.

H. C. Schellenberg. Zur Kenntnis der Entwicklungsverhältnisse von *Mycosphaerella Fragariae* (Tul.) Lindau. (Hiezu Tafel VIII und IX) 383
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

Hans Schinz. Mitteilungen aus dem botanischen Museum der Universität Zürich (LXXVIII).
I. Beiträge zur Kenntnis der Schweizerflora. (XVII.) . . . 651
Studien über die geographische Verbreitung schweizerischer Arten und Formen des Genus Rubus. Von Robert Keller (Winterthur) 651
Verzeichnis der von Herrn W. Werndli 1916 im Kanton Uri gesammelten Rosen. Von Robert Keller (Winterthur) . 667
Beiträge zur Kenntnis der Oberhalbsteiner-Rosen (Kt. Graubünden). Von Robert Keller (Winterthur) 671
II. Beiträge zur Kenntnis der afrikanischen Flora. (XXIX.) . . 676
Ausgegeben als Separatabdruck am 31. Dezember 1917.

Otto Schlaginhaufen. Über die menschlichen Skelettreste aus dem Pfahlbau am Alpenquai in Zürich. (Hiezu Tafel XIII—XV) . 488
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

W. Silberschmidt. Die Sterblichkeit an Tuberkulose und an Krebs in der Stadt Zürich 1896—1915 460
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

Rudolf Staub. Das Äquivalent der Dentblanchedecke in Bünden . 349
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

J. Strohl. Conrad Gessner's „Waldrapp“ 501
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

A. Thellung. Stratiobotanik 327
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

W. D. Treadwell. Beitrag zur Berechnung homogener Gasgleichgewichte 378
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

Arthur Tröndle. Über die ersten Stadien der geotropischen Krümmung 371
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

Pierre Weiss. La Physique nouvelle et le Magnéton 548
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

A. Werner. Über Spiegelbildisomerie bei Platinverbindungen I . . 553
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

Hermann Weyl. Bemerkungen zum Begriff des Differentialquotienten gebrochener Ordnung 296
Ausgegeben als Separatabdruck am 9. September 1917.

Zweiter Teil:

Sitzungsberichte.

Seite

Eduard Rübel und **Alfred Kienast.** Sitzungsberichte von 1917 . . I

Darin sind folgende Autoreferate enthalten:

Emil Baur. Über Mineralsynthesen IV

Konrad Bretscher. Der Gesang der Vögel XL

Walter Frei. Die Desinfektion in Wissenschaft und Praxis . X

P. Karl Hager. Die Kulturpflanzen des Bündner Oberlandes . XXVI

Arnold Heim. Neue Fortschritte in der Geologie der Schweizeralpen VII

Emil Ott. Unsere Gaswerke in der Kriegszeit XXXVI

H. C. Schellenberg. Zum Gedächtnis der hundertsten Wiederkehr des Geburtstages von Karl Wilhelm von Nägeli . . XXI

Jakob Stähli. Vom Ohr ausgelöste Augenbewegungen . . XIII

William D. Treadwell. Von neueren Anschauungen auf dem Gebiet der Atomistik XXXVIII

sowie:

E. Rübel. Exkursion, gemeinsam mit der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Winterthur nach Glattfelden, Rheinsfelden, Eglisau. (Geologisches, wirtschaftliche Mitteilungen, Gottfried Kellers Heimat, die Riemenzunge, Botanisches, das Elektrizitätswerk Rheinsfelden) XXVIII

M. Baumann-Naef. Bericht des Quästors über die Rechnung der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich für das Jahr 1916 . XV

E. Rübel. Bericht des Sekretärs über die wissenschaftliche Tätigkeit und den Bestand der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1916/17 XVIII

Hans Schinz. Bericht des Redaktors XIX

Verzeichnis der Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf den 31. Dezember 1917 XLI

NB. Die Separatabdrücke sind nicht im Buchhandel zu haben.

Erster Teil

Abhandlungen

Ae 2 49.4

Vierteljahrsschrift

der

Naturforschenden Gesellschaft

in

Zürich.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. **Hans Schinz**

Direktor des Botanischen Gartens und Museums der Universität Zürich.

Zweiundsechzigster Jahrgang. 1917. Erstes und zweites Heft.

Ausgegeben am 9. September 1917.

Zürich,

in Kommission bei Beer & Co.

1917.

GARDEN LIBRARY
NOV 1 1919
MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED

Inhalt.

Seite

W. Oechsli und **C. Schröter.** I. Paul Usteri als Staatsmann. II. Usteris Bedeutung für die Naturwissenschaft. (Mit einer Portraittafel) . 1

Walter Knopfli. Beiträge zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Brustschulterskelettes der Vögel 49

Alfred Kienast. Neue Entwicklungen über die Abel'sche Integralumkehrungsformel 59

Rudolf Fueter. Ein Satz über Iteration von Potenzreihen und seine zahlentheoretische Anwendung 67

A. Kiefer. Vom freien Fall auf schiefen Ebenen 73

H. Brockmann-Jerosch. Die ältesten Nutz- und Kulturpflanzen. (Hiezu Tafel II und III) 80

C. Keller. Zur Biologie von *Chrysomela aenea* L. und *Coleophora fuscedinella* Zell. (Hiezu Tafel IV) 103

J. Hug. Die letzte Eiszeit der Umgebung von Zürich. (Hiezu Tafel V) 125

K. Bretscher. Der Frühlingszug des Kukuks in der Schweiz . . 143

Ernst Meissner. Beanspruchung und Formänderung zylindrischer Gefässe mit linear veränderlicher Wandstärke 153

M. Rikli. Die den 80° n erreichenden oder überschreitenden Gefässpflanzen 169

M. Cloetta. Zur Theorie der Narkose 194

Emil Baur. Über die Photolyse der Uranylsalze 201

A. Hurwitz. Über ternäre diophantische Gleichungen dritten Grades . 207

J. W. Fehlmann. Die Bedeutung des Sauerstoffes für die aquatile Fauna 230

Paul Niggli. Kristallstruktur und Chemismus 242

Josias Braun-Blanquet. Die xerothermen Pflanzenkolonien der Föhrenregion Graubündens 275

J. Franel. A propos des tables de logarithmes 286

Hermann Weyl. Bemerkungen zum Begriff des Differentialquotienten gebrochener Ordnung 296

P. Jaccard. Anatomische Struktur des Zug- und Druckholzes bei wagrechten Ästen von Laubhölzern. (Hiezu Tafel VI und VII) . 303

K. Hescheler. Über einen Unterkiefer von Rhinoceros antiquitatis Blumenb. aus dem Kanton Schaffhausen 319

A. Thellung. Stratiobotanik 327

Alfred Ernst. Über den Ursprung der apogamen Angiospermen . 336

Rudolf Staub. Das Äquivalent der Dentblanchedecke in Bünden . 349

Arthur Tröndle. Über die ersten Stadien der geotropischen Krümmung 371

W. D. Treadwell. Beitrag zur Berechnung homogener Gasgleichgewichte 378

H. C. Schellenberg. Zur Kenntnis der Entwicklungsverhältnisse von *Mycosphaerella Fragariae* (Tul.) Lindau. (Hiezu Tafel VIII und IX) 383

Paul Usteri.

Paul Usteri.

Von

W. Oechsli und C. Schröter.

I. Paul Usteri als Staatsmann.

Von Wilhelm Oechsli.

(Hiezu Tafel I.)

(Als Manuskript eingegangen den 21. Februar 1917.)

Paul Usteri von Zürich, dessen spezielle Verdienste um die Naturwissenschaft und die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft von berufener Hand werden geschildert werden, war kein Gelehrter gewöhnlichen Schlages. Er war vor allem ein Mann der Öffentlichkeit, ein Staatsmann. Seine ragende Gestalt ist untrennbar verbunden mit der Geschichte unseres Landes seit der Umwälzung von 1798. In der stürmischen Periode der Helvetik steht er als einflussreicher Parlamentarier und — für eine kurze Zeit — als Mitglied der Exekutive im Vordergrund. Seit der Mediation vertritt er fast drei Jahrzehnte hindurch die liberale Minderheit in der Regierung des Kantons und stirbt auf der Höhe seines Ansehens als Bürgermeister. Noch viel wichtiger aber als durch sein Amt, wurde er als Begründer der schweizerischen Publizistik, durch seine eigenen Zeitungen wie durch seine Artikel in Cotta's Allgemeiner Zeitung, durch seine Flugschriften und Bücher. Und von Anfang bis zu Ende beherrschte ein Grundgedanke seine staatsmännische und journalistische Tätigkeit: er war ein kühner Pionier jener lebendigen Bewegung zur Freiheit und Einheit, die 1798 in der Schweiz einsetzte, zunächst ohne ans Ziel zu kommen, und half mit ungebeugter Kraft und Willensstärke ihr den Weg bahnen, die endlosen Hemmnisse, die sich ihr entgegentürmten, hinwegräumen. So ist Usteri einer der Väter der modernen Schweiz geworden, die, nach einem trügerischen Vorfrühling in der Helvetik, in den Zeiten der Mediation und Restauration, nicht zum wenigsten durch seine Arbeit, langsam erstarkte. Ihren ersten Sieg aus eigener Kraft in der dreissiger Umwälzung half er noch mit erringen und sichern. Und auch für den zweiten, entscheidenden, die Schaffung des schweizerischen Bundesstaates von 1848, ist Usteri einer der wirksamsten Vorkämpfer gewesen.

Man kann von Paul Usteri nicht sprechen, ohne mit einem Worte seines trefflichen Vaters zu gedenken. Leonhard Usteri (1741—1789),

Professor des Hebräischen, dann der Logik, Rhetorik und Mathematik am Collegium Humanitatis, 1788 der Theologie am Carolinum und Chorherr, war einer der besten Köpfe des damaligen Zürich. Auf einer Europareise, die er 1760/61 nach der Sitte seiner Mitbürger zum Abschluss seiner Studien machte, gewann er in Rom die Freundschaft Winckelmanns und in Paris diejenige Rousseau's; mit beiden führte er nachher zu Hause eine lebhafte Korrespondenz. Auch die geistvolle Bernerin Julie Bondeli zählte ihn zu ihren Freunden. In der Vaterstadt wirkte er bei der von Bürgermeister Konrad Heidegger angeregten Reform der gelehrten Schulen (1765—1775) in hervorragender Weise mit. Sein schönstes Denkmal aber war die auf seine Initiative und unter seiner Leitung 1774 ins Leben gerufene „höhere Töchterschule", eine Anstalt, die damals weithin als etwas Neues, Epochemachendes empfunden wurde. Der Göttinger Philosophieprofessor Meiners nennt in seinen „Briefen über die Schweiz" die Töchterschule Professor Usteris die grösste Seltenheit, die man in Zürich sehen könne, und widmet dem „unsterblichen Werk" zehn volle Seiten.

Am 14. Mai 1789 rief ein Schlaganfall den 48jährigen Schulmann mitten aus seiner Wirksamkeit ab. Der Sohn hat einige Jahre später sein Lebensbild für Leonhard Meisters „Berühmte Männer Helvetiens" mit bewegten Worten gezeichnet. Wie schwer der Verlust die Familie traf, wie sehr der Jüngling den väterlichen Führer und Berater in den Anfängen seiner eigenen Laufbahn vermisste, zeigt ein Brief Paul Usteris an seinen Freund Rengger vom 17. Dezember 1791: „Schon lange war es mein Wille, eine Biographie meines sel. Vaters zu schreiben, die ausnehmend stoffreich ist, wenn das Leben eines der weisesten und besten Menschen, der ohne Anspruch auf Namen und Ruhm und jedes andere Interesse für Andere lebte, zur Biographie Stoff geben kann. Ich finde seinesgleichen nicht unter den Zeitgenossen und nicht unter den Nachkommenden, und ich verwünsche, so viel ich verwünschen kann, all mein dummes Bücher lesen und haben und was ich weiss und bin — wenn ich denke, dass ich ohne dies und gegen dies auch nur die Hälfte dessen sein könnte, was er war." [1])

[1]) Zur Biographie Leonhard Usteris vgl. Leonhard Meister, Helvetiens berühmte Männer. Bd. III; Paul Usteri, Kleine gesammelte Schriften, S. 1 ff.; (Joh. C. v. Orelli) Leben und Charakterzüge Leonhard Usteris, Neujahrsblatt der Chorherrn in Zürich 1824; Wydler, Leben und Briefwechsel von Albrecht Rengger, I, S. 35; Paul Usteri. Briefwechsel J. J. Rousseau's mit Leonhard Usteri in Zürich und Daniel Roguin in Yverdon 1761—69, Programm der Kantonsschule Zürich 1886; Jean Jacques Rousseau et Leonhard Usteri. Correspondance, publ. par Paul Usteri et Eugène Ritter, Zurich-Genève 1910; Meiners, Briefe über die Schweiz, I, S. 81 ff.; Zehender, Ferd., Geschichtliche Darstellung des öffentlichen Unterrichts für Mädchen in der Stadt Zürich 1774—1883, Beilage zum Programm der höhern Töchterschule 1883; Vetter, Th., Aus den Jugendjahren der höhern Töchterschule, ebenda 1895; Klinke, Die Reform der gelehrten Schulen in Zürich, 1765—1778, Zürich 1916.

Paul Usteri wurde am 14. Februar 1768 geboren. Frühe wurde das „dumme Bücherlesen“ die dominierende Leidenschaft des Knaben und der Einfluss seines Pathen, des Naturforschers Johannes Gessner, lenkte es auf die Naturwissenschaften, so dass er schon mit 13 Jahren den Plan fasste, Hallers botanische Bibliothek fortzusetzen. Der Jüngling erwählte die Medizin zum Beruf und trat als Schüler in das 1782 von dem Arzt und Chorherrn Johann Heinrich Rahn gegründete, zunächst nur aus Privatmitteln erhaltene „medizinisch-chirurgische Institut“, das sich im Laufe der Zeit zu unserer medizinischen Fakultät entwickelt hat. Usteri hat dem geliebten Lehrer, der sein Freund wurde, 1812 eine gehaltreiche Biographie geschrieben.[1])

Im Jahre 1787 ging der Neunzehnjährige nach der Universität Göttingen ab, ohne indes in ein näheres Verhältnis zu den dortigen Gelehrten zu treten. Gegen den Professor der Botanik, Murray, fasste er sogar eine tiefe Abneigung, der er später auch in literarischer Fehde Ausdruck gab. Dafür entschädigte ihn die enge Freundschaft einiger hochgesinnter, ihm an Charakter und Ideen verwandter Landsleute, Hans Konrad Eschers (von der Linth) und Albrecht Renggers, des nachmaligen helvetischen Ministers, mit denen er in Göttingen einen Bund für das Leben schloss. Nachdem er im Frühjahr 1788 mittelst einer Dissertation über den tierischen Magnetismus sich in Göttingen den Doktorhut geholt[2]), schloss er seine Wanderjahre mit einer längern Rundreise über Wien, Prag, Dresden, Berlin, Halle, Leipzig, Jena und Weimar, sowohl um die Spitäler zu besuchen, als um die Berühmtheiten Deutschlands kennen zu lernen. Unter anderem machte er einen Besuch bei Goethe, der aber, wie er am 27. September 1788 an Rengger schrieb, „so stolz und vornehm tat, dass ich ihn gar nicht besucht zu haben wünschte“.[3])

Im November 1788 war Usteri nach einer Abwesenheit von vierzehn Monaten wieder in Zürich. Die Lücke, die ihm der Tod des innig verehrten Vaters ins Leben riss, füllte er aus, indem er sich 1790 mit Elisabetha Schulthess verheiratete, die ihm zwei Töchter schenkte und ein glückliches Familienleben bereitete. Dagegen besass der junge Heilkünstler nicht die Eigenschaften, die im damaligen Zürich zu einer guten Praxis notwendig waren. Im September 1789 tauschten die beiden Freunde Usteri in Zürich und Rengger in Bern nicht ohne Humor ihre Erfahrungen darüber aus. Rengger, der übrigens in Bern bald ein gesuchter Arzt wurde, schrieb: „Du frägst nach

---

[1]) Usteri, Kleine Schriften, S. 97 ff.

[2]) Specimen bibliothecae criticae magnetismi sic dicti animalis. Gotting. 1788.

[3]) Usterisches Familienarchiv, früher im Besitz des Herrn Oberst Meister, jetzt in der Zentralbibliothek Zürich.

meinen Patienten; letzte Nacht habe ich im Traum den ersten gehabt.“ Usteri erwiderte: „Ich bin nun bald ein Jahr hier und habe wahrlich noch nie von Kranken geträumt und in allem wachend etwa drei bis vier gehabt.“ [1])

An fleissigem Studium der medizinischen und naturwissenschaftlichen Literatur liess es der junge Zürcher Arzt nicht fehlen; er legte auch früh in einer Reihe literarischer Unternehmungen seine Belesenheit an den Tag. Schon 1787 hatte er im Verein mit dem Zürcher Botaniker Johann Jakob Römer ein „botanisches Magazin“ begründet, die erste botanische Zeitschrift in deutscher Sprache, an der sich unter anderen Alexander v. Humboldt und Karl Ludwig Willdenow als Mitarbeiter beteiligten (Zürich 1787—90, 12 Hefte). Als Römer 1790 von der Redaktion zurücktrat, führte Usteri die Zeitschrift unter dem Titel „Annalen der Botanik“ noch ein Jahrzehnt allein weiter (Zürich-Leipzig 1791—1800, 24 Hefte). Ausserdem publizierte er eine Sammlung seltener botanischer Abhandlungen verschiedener Autoren unter dem Titel „Delectus opusculorum botanicorum“ (Strassburg 1790—93, 2 Bde.) und besorgte von Jussieus „Genera plantarum“ eine mit Noten versehene Ausgabe für Deutschland (Zürich 1791). Parallel mit diesen botanischen Publikationen, die ihm das Amt eines Aufsehers des botanischen Gartens verschafften, gingen solche auf medizinischem Gebiete. Mit Römer zusammen gab er „Haller's Tagebuch der medizinischen Literatur der Jahre 1745—1774“ heraus (Bern 1789—91, 3 Bde.) und suchte Jahr für Jahr die Fortschritte der gesamten medizinischen Wissenschaften in einem „Repertorium der medizinischen Literatur“ zu registrieren (Zürich—Leipzig 1790—97, 6 Bde.). Seit 1789 wirkte er auch als Lehrer am medizinischen Institut, was ihn veranlasste, einen „Entwurf medizinischer Vorlesungen über die Natur des Menschen“ (Zürich 1790) sowie eine Art Volksgesundheitslehre unter dem Titel „Grundlagen medizinisch-anthropologischer Vorlesungen für Nichtärzte“ (Zürich 1791) zu veröffentlichen.

Aber diese rastlose Tätigkeit konnte Usteri nicht darüber hinwegtäuschen, dass Viellesen, Bücherkritisieren und Registrieren noch keine selbständige Forschung bedeute. Er fand daher auch wenig innere Befriedigung, obgleich seine Publikationen ihn mit Fachgenossen aller Länder Europas in Verbindung brachten und seinen Namen rasch bekannt machten. Konnte ihm doch Alexander Humboldt am 28. November 1789 seine Freude darüber ausdrücken, dass nun auf der Küste Afrikas eine „Usteria“ blühe, und der spanische Botaniker

[1]) Wydler: Albrecht Rengger, I, S. 24.

Cavanilles melden, dass es in Valencia das ganze Jahr blühende Exemplare der Usteria gebe.[1]) Bei der Arbeitskraft Usteris ist nicht daran zu zweifeln, dass er mit der Zeit auch als Naturforscher Bedeutendes geleistet haben würde, hätten ihn nicht Neigung und Zeitumstände auf ein ganz anderes Gebiet hinübergeführt.

Mehr und mehr nahm das ungeheure Weltereignis, das seit 1789 Frankreich bis in die Grundfesten erschütterte, die Aufmerksamkeit des jungen Zürcher Gelehrten in Anspruch. Bald fesselten ihn die Reden und Schriften von Mirabeau, Sieyes, Lafayette, Barnave und all den Helden der Revolution stärker als die Pflanzen und die medizinischen Prozesse. Im März und April 1792 meldete er seinem Freunde Rengger, er werde in aller Stille die Medizin quittieren, da er glücklicherweise damit sein Brot nicht zu verdienen brauche; dafür werde er sich auf Philosophie und Geschichte, was er bis dahin vernachlässigt habe, werfen. Und schon im Februar hatte er ihm als neues Projekt seiner „Bücherprojektionskraft“ mitgeteilt, er beabsichtige die Herausgabe einer „Bibliothek der freien Franken“, um all das Wahre, Schöne und Grosse für die Menschheit, das die Revolution in Frankreich zutage gefördert, durch Darstellung und kritische Analyse unter den deutschen Völkern zu verbreiten.[2]) Selbst der 10. August und die darauf folgende Schreckenszeit vermochten ihn an seiner Sympathie für die Revolution nicht irre zu machen. Mit dem Girondisten Condorcet, der, während ihn die Schreckensmänner in den Tod hetzten, seine berühmte Schrift über das Fortschreiten des menschlichen Geistes schrieb, teilte er den unzerstörbaren Glauben an die heilende Kraft der Freiheit und erblickte in den Gräueln des Schreckenssystems nur eine vorübergehende Erscheinung, die er verabscheute, ohne sein Urteil über die Entwicklung der Dinge dadurch bestimmen zu lassen.

Wenn Usteri seine Idee einer Bibliothek der freien Franken wegen der von Rengger geäusserten schweren Bedenken aufgab, so verwirklichte er später seinen Plan in anderer Weise doch. Um der heimischen Pressüberwachung zu entgehen, gründete er Ende 1794 in Leipzig eine Verlagsbuchhandlung, die den Namen von dem Geschäftsführer Peter Philipp Wolff erhielt, und gab nun mehrere Zeitschriften heraus, die sich alle vornehmlich mit der französischen Revolution befassten, die „Klio“ (1795—97, 18 Hefte), als deren Leiter öffentlich der Schriftsteller Ludwig Ferdinand Huber, der zweite Gatte der geistreichen Therese Forster, figurierte, dann die

---

[1]) Usteri-Archiv.

[2]) Usteri-Archiv. Wydler: Albrecht Rengger, I, S. 37 fl.; Flach: Dr. Albrecht Rengger (Aarau 1898), S. 29 ff., 35 ff., 41 ff.

„Beiträge zur französischen Revolution“ (1795—96, 21 Hefte) und deren Fortsetzung „Humaniora“ (1796—98, 8 Hefte), an denen sich der mit den Pariser Verhältnissen genau vertraute Schlesier Karl Engelbert Oelsner[1]), sowie Rengger, Escher (von der Linth) und Zschokke als Mitarbeiter beteiligten. Auch verlegte Usteri die Übersetzung der politischen Schriften von Sieyes durch Johann Gottfried Ebel, sowie im helvetischen Revolutionsjahr 1798 des letztern „Schilderung der Gebirgsvölker der Schweiz“.[2]) Durch Vermittlung Oelsners, Ebels und anderer Freunde und Bekannten in Paris legte er sich in Zürich eine umfassende Sammlung von Zeitungen und Flugschriften der französischen Revolution an, die gegenwärtig einen wertvollen Bestandteil der Stadtbibliothek ausmacht und in solcher Fülle, ausser in Paris und London, wohl nirgends zu finden ist.[3])

In Zürich gehörte Usteri zu den Wenigen, welche die Unhaltbarkeit der bestehenden Zustände, die Gefahren der Erbitterung des Landvolks über die politische und wirtschaftliche Zurücksetzung, die trostlose Schwäche des eidgenössischen Staatenbundes beizeiten erkannten. Obschon er damit im Gegensatz zur Masse seiner Mitbürger stand, wurde er im April 1797 von seiner Zunft zur Waag in den zürcherischen Grossen Rat gewählt und begann damit seine politische Laufbahn noch vor der helvetischen Umwälzung. Als seit dem Staatsstreich des 18. Fruktidor (4. September 1797) die feindseligen Absichten der westlichen Nachbarmacht immer deutlicher hervortraten, suchte er in der Überzeugung, dass sie in der Unzufriedenheit der Untertanen gegen die regierenden Aristokratien ein „offenes Tor“ habe, durch Mitteilung der Warnungsrufe, die ihm Oelsner und Ebel von Paris her sandten, an seinem Teil die leitenden Kreise Zürichs zu schleuniger Amnestierung der im Stäfnerhandel Verurteilten und zur Einleitung von Verfassungsreformen zu bewegen.[4]) Am 8. Januar 1798 wagte er offen davon im Grossen Rat zu sprechen. Während der Geheime Rat noch immer zauderte, brach am 17. Januar die Revolution in Basel, am 24. im Waadtland aus, am 28. rückten die Franzosen hier ein, und im Vorort Zürich ward die Stimmung des Landvolks so drohend, dass der Grosse Rat endlich am 29. die Freilassung der Stäfner beschloss. Usteri befand sich in der Kommission,

---

[1]) Stern: C. E. Oelsners Briefe und Tagebücher, Deutsche Zeitschrift für Geschichtswissenschaft (1890); Ch. E. Oelsner, Revue historique 1905.

[2]) A. Escher: Johann Gottfried Ebel (Neujahrsblatt Waisenhaus 1917), S. 9 ff.

[3]) Stern: La Collection de Journaux relatifs à la Révolution française, conservée à la Bibliothèque de Zurich, Sep.-Abzug (Paris 1891).

[4]) Usteri-Archiv. Vgl. Strickler: Aktensammlung aus der Zeit der Helvetischen Republik, I, S. 46—59. Flach: Dr. Albrecht Rengger, S. 83 ff.

die den Gefangenen im Ötenbach ihre Befreiung ankündigte. Aber, was einige Monate vorher noch ein Akt hochherziger Klugheit gewesen wäre, erschien jetzt nur noch als ein Ausfluss der Furcht; Hingebung für den Staat vermochte die zu spät gewährte Amnestie nicht mehr zu wecken. Als die Regierung am 31. Januar das Sukkursregiment für Bern aufbot, weigerte sich die Mannschaft in den meisten Gemeinden, auszuziehen.

Während der Stadtpöbel Usteri nebst andern Freunden des Landvolks in die Limmat zu werfen drohte[1]), erkannten die Klügeren in der Bürgerschaft, dass jetzt andere Mittel am Platze seien. Am 3. Februar beschloss der Grosse Rat die Einberufung einer Landesversammlung von Stadt- und Landdeputierten und erteilte dieser am 5. Februar unter Zustimmung der Konstaffel und Zünfte den Auftrag, eine neue Verfassung auf Grundlage der Gleichheit aller politischen und bürgerlichen Rechte auszuarbeiten. Von dem Tage an, da diese Landesversammlung ihre Arbeiten eröffnete (21. Februar), gab Usteri mit seinem Freunde Escher den „Schweizerischen Republikaner“ heraus, die erste politische Zeitung der Schweiz, die diesen Namen verdiente. Der „Republikaner“ mit seinen Fortsetzungen („Neues helvetisches Tagblatt“, „Neues republikanisches Blatt“, „Der neue schweizerische Republikaner“, „Der Republikaner nach liberalen Grundsätzen“, „Der Republikaner“) zeichnete sich von Anfang an durch seine Reichhaltigkeit, Selbständigkeit und Unabhängigkeit aus und bildet als „das vollständigste und treuste Tagblatt der Arbeiten und Debatten der gesetzgebenden Räte“ noch heute eine der wichtigsten Quellen für die Geschichte der Helvetik.[2]) Zugleich begann Usteri in der von Posselt begründeten, dann von Huber redigierten, bei Cotta in Stuttgart erscheinenden „Allgemeinen Zeitung“ regelmässig über schweizerische Dinge zu berichten, wie er auch später in Posselts „Europäischen Annalen“ wertvolle Aufsätze über die Geschichte der helvetischen Revolution veröffentlichte.

Nachdem die bisherigen Zürcher Behörden am 13. März 1798 ihre Gewalt niedergelegt, wurde Usteri nachträglich in die kantonale

---

[1]) Hunziker: Zeitgenössische Darstellungen der Unruhen in der Landschaft Zürich 1794—98 (Basel 1897), S. 140, 150, 154. Barbara Hess-Wegmann, die Mutter des spätern Bürgermeisters, nennt in ihren Aufzeichnungen „Doktor Usteri, ein junger Mann von viel Geist und gelehrten Kenntnissen“.

[2]) Die zahlreichen Metamorphosen des Blattes hängen teils mit dem häufigen Wechsel des Verlegers und Verlagsortes, teils mit dem Verhältnis zur helv. Regierung, die es eine Zeitlang als offizielles Organ anerkannte, teils mit den Presskonflikten Usteris zusammen. Vgl. die ausführliche Darstellung der Geschichte des „Republikaner“ bei Markus, Geschichte der schweizerischen Zeitungspresse zur Zeit der Helvetik, S. 92 ff.

Landesversammlung gewählt, die jedoch schon im April den Gewalten der einen und unteilbaren helvetischen Republik weichen musste. Die beiden Redaktoren des „Republikaner“ hatten sich durch ihre kurze Tätigkeit beim Zürcher Landvolk so gut angeschrieben, dass sie neben dem Stifter des medizinischen Instituts, Dr. Rahn, die einzigen Stadtbürger waren, die bei der Ernennung der Abgeordneten in die helvetischen Räte (1.—4. April) vor den 244 Wahlmännern des Kantons Gnade fanden; Usteri wurde in den Senat, Escher in den Grossen Rat gewählt.[1]) Am 9. April bezog Usteri eine gemeinsame Wohnung mit Escher in Aarau, der provisorischen Hauptstadt Helvetiens.

Die beiden Freunde nahmen durch ihre hohe Bildung, ihren makellosen Charakter und ihre schlagfertige Beredsamkeit alsbald eine der ersten Stellen in dem neu geschaffenen helvetischen Parlamente ein.[2]) Gleich bei der Konstituierung desselben, am 12. April, wurde Usteri zum Sekretär und im September zum Präsidenten des Senats ernannt, während Escher gleichzeitig zum Präsidenten des Grossen Rates vorrückte, so dass den beiden Zürchern die Aufgabe zufiel, bei der Verlegung des helvetischen Regierungssitzes nach der vermeintlich definitiven Hauptstadt Luzern am 20. September 1798 die Schlussreden in Aarau und am 4. Oktober die Eröffnungsreden in Luzern zu halten.[3]) Die politischen Kenntnisse, die sich Usteri bei seinen Revolutionsstudien angeeignet, sowie die logische Grundsätzlichkeit, die er in allen Beratungen an den Tag legte, erwarben ihm den Beinahmen des schweizerischen Sieyes. Er bemühte sich, die aus politisch meist unerfahrenen, zum Teil bildungslosen Elementen bestehende Versammlung an richtigen Geschäftsgang und parlamentarische Formen zu gewöhnen. Ein Patriot im besten Sinn des Wortes, den es trotz seiner Anhänglichkeit an die neuen Ideen tief schmerzte, sein Vaterland von der fremden Macht abhängig zu sehen, ergriff er im Senat, wie Escher im Grossen Rat, jede Gelegenheit, um gegen die französischen Gewalttaten und Erpressungen zu protestieren, die helvetischen Behörden zu mannhafter Haltung anzuspornen, und die beiden Freunde gaben jeweilen diesen Protesten durch den „Republikaner“ die weiteste Verbreitung, um das tief gesunkene Nationalgefühl der Schweizer zu heben. Durch diese Haltung stellten sie sich in scharfen Gegensatz zu den sogenannten „Patrioten“ vom Schlage des Peter Ochs, welche die Franken als „Befreier“ feierten und jede Demütigung ihres Landes durch sie ruhig hinnahmen.

---

[1]) Rütsche: Der Kanton Zürich zur Zeit der Helvetik (Zürich 1900), S. 51 f.

[2]) Oechsli: Geschichte der Schweiz im neunzehnten Jahrhundert, I, S. 191 f.

[3]) Strickler: Aktensammlung aus der Zeit der helvetischen Republik, II, S. 1208 ff., III, S. 59 ff., 66 ff.

Aber auch in der innern Politik traten die beiden Freunde der Patriotenpartei in wichtigen Punkten entgegen. Unbekümmert um ihre Popularität, bekämpften sie, freilich umsonst, die fast unentgeltliche Aufhebung der Zehnten und Grundzinsen, die den Staat in verhängnisvollster Zeit seiner Haupteinkünfte beraubte, und betonten den Eigentumscharakter dieser Lasten, der dem Staat wohl gestatte, eine gerechte Ablösungsart zu bestimmen, nicht aber den Grundbesitzern auf Kosten der übrigen Bevölkerung ein Geschenk zu machen. Wie Escher, so war auch Usteri ein Feind jeglicher Willkür, die „sich mit der Larve der Freiheit und Gleichheit deckte". Als gegen Karl Ludwig v. Haller wegen seiner reaktionären Zeitungspolemik Verfolgung beantragt wurde, hielt Usteri im Senat am 13. Juli eine glänzende Rede für die Pressfreiheit, obwohl ihn Haller persönlich verunglimpft hatte.[1]) Der Gewaltherrschaft, die das von Ochs und Laharpe beherrschte helvetische Direktorium auszuüben begann, suchte er in den Anfängen zu wehren, indem er im November gegen die verlangten ausserordentlichen Vollmachten in bezug auf feindliche Zeitungsschreiber und Unruhestifter auftrat, ohne freilich damit durchzudringen.[2]) Als das Direktorium beim Beginn des zweiten Koalitionskrieges namhafte Anhänger des Alten als Geiseln verhaften und nach Basel, Belfort und Salins deportieren liess, verwendete er sich mit Escher für Freilassung der gefangenen Zürcher Aristokraten und protestierte im Senat gegen die Fortdauer dieses Willkürregiments. „Ob er Paul heisse oder Peter oder Friedrich Cäsar, der Mann, dessen Willkür über meine Freiheit gebietet", rief er am 13. August 1799, unter Anspielung auf Friedrich Cäsar Laharpe, aus, „ob er im Namen der Freiheit oder im Namen der Tyrannei handle, das gilt mir gleich viel; wo keine persönliche Freiheit ist, da ist die politische Freiheit Unding und leerer Wortschall!"[3]) So verkörperte sich in Usteri recht eigentlich die Mittelpartei der „Republikaner", die mit dem Verständnis für die Forderungen der neuen Zeit ein reges Gefühl für Gerechtigkeit und nationale Unabhängigkeit verbanden und sich dadurch einerseits von den „Aristokraten" wie anderseits von den „Patrioten", den Anhängern der Revolution um jeden Preis, unterschieden. Obschon als „Grundsätzler", „Philosophen" oder „Gelehrte" von beiden Seiten befehdet, schloss diese Mittelpartei fast alles in sich, was in den helvetischen Räten durch Geist und Charakter hervorragte; auch die Minister Rengger und Stapfer gehörten ihr an. Wenn sie auch oft sich in Minderheit versetzt sah,

---

[1]) Strickler: Aktensammlung II, S. 530.
[2]) Strickler: Aktensammlung III, S. 406, 417.
[3]) Ebenda IV, S. 1141.

so war sie doch stark genug, um manche Ausschreitung zu verhindern und manches Gute zu fördern.[1])

Der beste Beweis für die Achtung, die Usteri auch den „Patrioten“ einflösste, lag darin, dass der Senat ihn immer wieder in die wichtigsten Kommissionen und häufig zu deren Berichterstatter wählte. Da der Senat indes die Beschlüsse des Grossen Rates nicht verbessern, sondern nur in Bausch und Bogen annehmen oder verwerfen durfte, beschränkte sich Usteris gesetzgeberische Tätigkeit auf die Kritik der Vorlagen. Nur in bezug auf Verfassungsfragen, wo dem Senat die Initiative zustand, konnte sie sich positiv äussern. Da die von Peter Ochs entworfene, der Schweiz durch die französischen Waffen aufgezwungene helvetische Verfassung von Anfang an als mangelhaft betrachtet worden war, hatte der Senat schon am 23. April 1798 eine Revisionskommission ernannt, deren Seele Paul Usteri wurde. Am 26. Oktober lud dieser im Namen der Kommission alle patriotischen Staatsbürger ein, Vorschläge einzureichen. Im Mai 1799 legte die Kommission dem Senat einen vollständig ausgearbeiteten Verfassungsentwurf vor, der als der erste der vielen amtlichen Revisionsvorschläge ein gewisses Interesse bietet. Ohne Zweifel stammt er in der Hauptsache von Usteri und weist schon die wesentlichen Züge seines spätern Entwurfes vom Januar 1800 auf.[2]) In Bern, wohin die helvetischen Behörden am 31. Mai 1799 vor den in die Ostschweiz eingedrungenen Österreichern übersiedelten, machte der Senat im Juni einen Versuch, die Revisionsberatungen ernstlich aufzunehmen; aber sie gelangten zu keinem Abschluss, weil die Dinge sich immer mehr zu einem gewaltsamen Konflikt zwischen den Räten und dem Direktorium zuspitzten. Laharpe, der seit dem erzwungenen Austritt des Peter Ochs wie ein Diktator schaltete, denunzierte die Escher, Usteri und ihre Freunde in Paris als Förderer der Gegenrevolution und plante Säuberung der Behörden, Verhaftungen, Zwangsanleihen auf Patrizier, Städte und Zünfte, Verkauf der Klostergüter, Waldschläge usw., um die nötigen Geldmittel für eine aktive Beteiligung Helvetiens am Krieg gegen Österreich aufzutreiben. Usteri und seine Gesinnungsgenossen wollten im Gegenteil dem terroristischen Gebahren der Regierung ein Ende machen und dem Land durch Rückkehr zur traditionellen Neutralitätspolitik den Frieden und die Unabhängigkeit zurückgeben. Als Laharpe freie Hand für seine „grossen Massregeln“ durch einen förmlichen Staatsstreich gegen das Parlament zu bekommen suchte, der einstweilen nur an der Renitenz des Generalsekretärs Mousson und an der Unentschlossenheit des Direktors Oberlin schei-

[1]) Oechsli, Geschichte der Schweiz, I, S. 192.
[2]) Strickler, IV, S. 1324, 1326 ff., 1336 ff. Oechsli, I, S. 284.

terte, erklärte Usteri am 12. Dezember im Senat unter lebhaftem Beifall, das dringendste Bedürfnis für Helvetien sei eine andere Regierung und eine andere Verfassung. Er half die Ernennung eines ausserordentlichen Zehnerausschusses beider Räte durchsetzen, der dann im Einverständnis mit zwei Direktoren und unter stillschweigender Zustimmung des französischen Gesandten Pichon am 7. Januar 1800 die Auflösung des Direktoriums durch die Räte und damit den Sturz Laharpes erwirkte.[1])

Wenn die Republikaner mit dem Sturz Laharpes einen Akt der Notwehr gegen eine auf Terrorismus und Gewalt sinnende Regierung ausübten, so begingen sie doch einen verhängnisvollen Fehler, indem sie, statt zur Neubestellung des Direktoriums zu schreiten, es durch einen blossen „Vollziehungsausschuss" von sieben Mitgliedern ersetzten und so die Verfassung durchlöcherten, ehe sie durch eine andere ersetzt war. Usteri, der vor einem halben Jahre selber prophezeit hatte, die Verletzung der Konstitution würde Helvetien in ein Reich der Willkür stürzen, das viel schlimmer sei als eine schlimme Verfassung[2]), rechtfertigte jetzt den verfassungswidrigen Schritt damit, dass Name und Zahl der Direktoren dem Volke allgemein verhasst sei. Er trachtete indes, das schwankende Staatsgebäude so rasch als möglich wieder auf feste Grundlagen zu stellen. Schon am 15. Januar 1800 legte er im Namen der Mehrheit der Revisionskommission einen Verfassungsentwurf vor, der für seine Auffassung von Repräsentativdemokratie charakteristisch war. Usteri war damals, wie sein Vorbild Sieyes, weniger ein praktischer Staatsmann, als ein politischer Theoretiker, der das Problem der besten Staatsform durch Spezialisierung der Gewalten und sorgfältiges Ausklügeln der Wahlformen zu lösen suchte. Die Idealrepublik, die er sich ausdachte, sollte zwar auf den Prinzipien der Volkssouveränität und Rechtsgleichheit beruhen und jedem Helvetier ein ausgedehntes Mass individueller Freiheitsrechte verbürgen; aber wirklich regieren sollte sie eine Aristokratie der Bildung und des Talentes. Dies suchte er zu erreichen, indem er dem Volke bloss das Recht gab, die wählbaren Kandidaten zu bezeichnen, aber die Wahlen selber in der Hauptsache einem sich selbst ergänzenden Landgeschwornengericht übertrug, das zugleich als Beschützer und Erhalter der Verfassung mit einem Veto gegen verfassungswidrige Akte der Gesetzgebung und Regierung ausgestattet sein sollte. Über dem Bestreben, alle schlechten Wahlen unmöglich zu machen, waren Usteri und seine Freunde glücklich bei einem Wahlsystem angelangt, das ihre repräsentative Republik so unfehlbar

[1]) Oechsli, I, S. 277 ff.
[2]) Strickler, IV, S. 1341.

in eine Oligarchie verwandelt haben würde, wie die Konsularverfassung Frankreich wieder in eine Monarchie verwandelt hat.

Die Patrioten hatten so unrecht nicht, wenn sie in Usteris Projekt die raffinierteste Aristokratie witterten. Die Mehrheit des Senats verwarf es und legte den Beratungen einen demokratischen Gegenentwurf der Kommissionsminderheit zugrund.[1]) Im Sommer 1800 näherte sich diese Verfassung der Vollendung. Die republikanische Minderheit war überzeugt, dass mit dieser „unsinnigen" Konstitution sich keine dauernde Ordnung werde begründen lassen. Da man auch sonst von den gesetzgeberischen Qualitäten der Mehrheit wenig erbaut war, schritt der Vollziehungsausschuss im Einverständnis mit dem französischen Gesandten Reinhard am 7. August 1800 zur Auflösung der beiden Räte und ersetzte sie durch eine von ihm getroffene Auswahl von 35 Mitgliedern, die sich durch Ernennungen ausserhalb der Räte zu einem „Gesetzgebenden Rat" von 43 Mitgliedern ergänzten.

Als die vom Vollziehungsausschuss beantragte Selbstauflösung im Senat auf heftigen Widerstand stiess, nahmen die mit dem Staatsstreich einverstandenen Senatoren unter Usteris Führung ihren Austritt, so dass die Behörde beschluss- und damit widerstandsunfähig wurde. Die neue Gesetzgebende Versammlung bestellte aus ihrer Mitte auch einen neuen „Vollziehungsrat" von sieben Mitgliedern.[2])

Durch die beiden Staatsstreiche, die von den Republikanern ausgingen, hatten diese das Ruder völlig in ihre Hand bekommen, aber um einen teuren Preis. Alles, Parlament und Regierung, war nun in dieser helvetischen Republik verfassungswidrig geworden. Zwar hoffte man, des Ballastes der vielen untauglichen Gesetzgeber entledigt, in arbeitsfreudigem Zusammenwirken der Behörden der unteilbaren Republik nun eine gute Verfassung und gute Gesetze geben zu können. Das helvetische Rumpfparlament zeichnete sich in der Tat von den früheren Räten durch planmässige Tätigkeit aus. Nach Usteris Vorschlag teilte sich der Gesetzgebende Rat in sieben Kommissionen für die Verfassungsarbeiten, die Zivil- und Kriminalgesetzgebung, die Polizei, die Staatsökonomie, den Unterricht und das Militärwesen. Usteri war Mitglied der Kommissionen für Verfassung und Unterricht. Eine Reihe von Gesetzen wurde revidiert oder durch andere ersetzt und zur Herstellung geordneter Finanzzustände der Bezug der Zehnten und Grundzinsen provisorisch wieder hergestellt. Mit dem Gesetzgebenden Rat wetteiferte der Vollziehungsrat in redlichem Bemühen, die helvetische Republik zu konsolidieren.[3]) Aber die Republikaner sollten

---

[1]) Oechsli, I, 289 ff.; Strickler, V, S. 1315—26.
[2]) Oechsli, I, S. 293 ff.
[3]) Oechsli, I, S. 301 ff.; Strickler, Akten VI, S. 26 ff.

alsbald die bittere Erfahrung machen, wie schwer es hält, wenn einmal der Rechtsboden verlassen ist, den Staat wieder ins Geleise zu bringen. Sie hatten nur für andere gearbeitet.

Alle die zahlreichen Anhänger des Alten und Gegner des Einheitssystems fanden sich, bei dem verfassungslosen Zustande des Landes ermutigt, zusammen als die Partei der „Föderalisten“, welche die Wiederauflösung der Einheitsrepublik in einen Bund von souveränen Kantonen auf ihre Fahne schrieben, zumal von Paris her bestimmte Nachrichten kamen, dass dort seit dem Staatsstreich des 18. Brumaire ein ganz anderer Wind wehe. Gegen die Föderalisten setzten sich die Einheitsfreunde, die „Unitarier“ aller Schattierungen zur Wehre, sei es, dass ihnen der Einheitsstaat als das feste Bollwerk für die Rechtsgleichheit erschien wie den ehemaligen Untertanen, sei es, dass sie ein lebensfähiges, die Unabhängigkeit und Wohlfahrt des Landes verbürgendes Gemeinwesen sich nicht anders denken konnten als in der Form des zentralisierten Staates wie die Republikaner. So fand das Einheitssystem keine überzeugteren, zäheren Verteidiger als die Mittelpartei der Republikaner. Die Schattenseiten des alten Staatenbundes standen diesen Männern noch so lebhaft vor Augen, dass sie jede Wiederannäherung an denselben für ein unberechenbares Unglück hielten, dass das blosse Wort Föderalismus ihr Blut in Wallung brachte. Zu den eifrigsten Vorkämpfern der Unitarier gehörte Paul Usteri, der im „Republikaner“ so leidenschaftlich Partei ergriff, dass Escher, die Heftigkeit seiner Angriffe gegen die Föderalisten missbilligend, im März 1801 von der Redaktion des Blattes zurücktrat.[1])

Inzwischen hatte der Vollziehungsrat im Verein mit der Verfassungskommission unter Zuziehung Renggers, des Ministers des Innern, in aller Stille eine unitarische Verfassung ausgearbeitet, die, von Rengger redigiert, denselben Geist atmete wie die Entwürfe Usteris. Angesichts der Bemühungen der Föderalisten um die Gunst des ersten Konsuls verfiel der Vollziehungsrat im Januar 1801 auf die Idee, seinen Entwurf vor der Beratung durch den Gesetzgebenden Rat Bonaparte mitzuteilen. Der zu den Föderalisten hinneigende französische Gesandte Reinhard fühlte sich dadurch beleidigt, dass der Vollziehungsrat eine Verfassung in Paris vorlegte, ohne ihn zu Rate zu ziehen, und suchte einen neuen Staatsstreich zu provozieren, indem er im Februar die Regierung beim Gesetzgebenden Rat denunzierte, dass sie ohne dessen Vorwissen einen Verfassungsentwurf nach Paris gesandt habe. Allein er kam an den Unrechten: Usteri, als Präsi-

[1]) Oechsli, I, S. 299 ff.; Hottinger: Hans Conrad Escher von der Linth, S. 158 ff.; Markus: Geschichte der schweizer. Zeitungspresse zur Zeit der Helvetik, S. 128 ff.

dent des Gesetzgebenden Rates, erwiderte dem Gesandten im Namen der Versammlung, allerdings habe der Rat keine offizielle Kenntnis von dem nach Paris übersandten Entwurf; aber das innige Einverständnis zwischen den obersten Behörden der Republik gebe ihm die Gewissheit, dass er binnen kurzem sein Ziel erreichen werde, eine auf den Grundsätzen der Einheit, Freiheit und Rechtsgleichheit beruhende Verfassung. Ein erneuter Versuch Reinhards, Uneinigkeit zu säen, erfuhr von Usteri eine noch kräftigere Zurückweisung, und die Erlaubnis zum Gewaltstreich, die sich Reinhard von Paris her erbat, kam nicht.[1])

Dafür erfuhren die Delegierten des Vollziehungsrates, Glayre und Stapfer, bei einer Audienz im Schlosse Malmaison am 29. April 1801 vom ersten Konsul selber die denkbar schroffste Abweisung, indem er ihren unitarischen Verfassungsentwurf einer schonungslosen Kritik unterzog. Eine Verfassung könne nicht schlechter sein, als wenn sie nicht das Gepräge von dem Lande trage, für das sie bestimmt sei. Was aber habe diese Verfassung, die ebensogut auf China oder Frankreich passe, mit der Schweiz zu schaffen? Wenn die helvetische Regierung sich stark genug fühle, um diesen Entwurf in Kraft zu setzen, so habe er dazu nichts zu sagen; wenn sie aber seine Unterstützung dazu brauche, so erkläre er, dass er ein so schlechtes Werk niemals mit seinem Namen decken werde. Statt dessen überreichte der Konsul den Schweizern in der Form eines „guten Rates“ einen eigenen Entwurf, zu dem er die Grundlinien selber skizziert und den er dann in seinem Ministerium des Äussern hatte ausarbeiten lassen. Diese „Verfassung von Malmaison“, die erste, die Napoleon der Schweiz gegeben hat, behielt der Form nach noch die Einheitsrepublik bei, der Sache nach aber schuf sie für die Schweiz etwas ganz Neues, den Bundesstaat, indem sie den Kantonen das Recht zu eigener Organisation zurückgab und die Staatsaufgaben zwischen Gesamtstaat und Kantonen ungefähr so teilte, wie die heutige Verfassung es tut.[2])

Es ist keine Frage, dass die Verfassung von Malmaison mit einigen von Glayre und Stapfer erwirkten Verbesserungen eine der zweckmässigsten war, welche die Schweiz hätte erhalten können, und ihr einen Umweg von 70 Jahren erspart hätte. Leider fand die jetzt so allgemein als naturgemäss empfundene Staatsform damals bei den Parteien von rechts und links gleich wenig Verständnis. „Unser Schmerz, unsere Verzweiflung sind in jeder Beziehung auf den Gipfel gestiegen“, schrieb ein Berner Patrizier nach Paris. Aber

---

[1]) Tobler: Zur Mission des französischen Gesandten Reinhard in der Schweiz (Archiv des historischen Vereins Bern, XV); Oechsli, a. a. O., S. 310 ff.

[2]) Oechsli, a. a. O. S. 322 ff.

auch Usteri war der Ansicht, dass man alles aufbieten müsse, um „das abscheuliche Constitutionsprojekt mit den 18 Bastarden und kleinen Ungeheuern“, diesen „organisierten Krieg aller Kantone gegen die Zentralregierung“, zu modifizieren und zu verbessern.[1]) Doch akzeptierte der Gesetzgebende Rat den Bonaparte'schen Entwurf provisorisch unter Vorbehalt der endgültigen Sanktion durch die darin vorgesehene „Helvetische Tagsatzung“ und beschloss die Einberufung von „Kantonstagsatzungen“, die einerseits die Vertreter ihrer Kantone in der helvetischen Tagsatzung ernennen, anderseits die Kantonsorganisationen entwerfen sollten. Da die Rolle der Urwähler den während der Hochflut der Revolution ernannten Gemeinderäten zukam, fielen die Wahlen zu den Kantonstagsatzungen und dementsprechend zur helvetischen Tagsatzung überwiegend zugunsten der Unitarier aus.

Während die Kantonstagsatzungen die Kantonsverfassungen ausarbeiteten, wurde Usteri vom Gesetzgebenden Rat am 28. Juli 1801 an der Stelle des zurückgetretenen Waadtländers Glayre in den Helvetischen Vollziehungsrat gewählt, dessen Präsident er im September wurde. Am 7. September 1801 trat die neue „Helvetische Tagsatzung“ in Bern zusammen, in die Usteri als erster Vertreter des Kantons Zürich gewählt worden war, und die ihn am 9. September zum Vizepräsidenten und am 20. Oktober zum Präsidenten ernannte.[2]) Die Unitarier hätten allen Grund gehabt, die der Tagsatzung vorbehaltene Sanktion der Verfassung von Malmaison als einen rein formalen Akt zu behandeln; es hätte dann in ihrer Hand gelegen, die darin vorgesehenen Behörden der Republik, Senat, Landammänner und Kleinen Rat, mit Männern ihres Vertrauens zu bestellen. Aber statt die Warnung Stapfers, des frühern Unterrichtsministers, die Eigenliebe des mächtigen Autors der Verfassung nicht zu verletzen, zu beachten, machten sie sich alsbald daran, den Entwurf von Malmaison in ihrem Sinn zu „verbessern“, worauf die föderalistische Minderheit unter Protesten die Versammlung verliess. Die helvetische Tagsatzung liess sich aber noch anderes zu schulden kommen, was in den Augen des ersten Konsuls noch viel unverzeihlicher war. Sie proklamierte die Integrität des helvetischen Gebietes als ersten Verfassungsgrundsatz und erklärte damit, dass Helvetien das Wallis, über dessen Abtretung Bonaparte wegen der Simplonstrasse bereits Verhandlungen angeknüpft hatte, nicht freiwillig herausgeben werde. Schon schwirrten Gerüchte von einem bevorstehenden Gewaltstreich durch die Luft, spornten aber die Unitarier nur zu beschleunigtem Handeln an. Am

[1]) Oechsli, a. a. O. 328 ff., 338; Luginbühl: Aus Stapfers Briefwechsel, I, S. 92.
[2]) Strickler, Akten VII, S. 253, 408, 549, 564.

24. Oktober hatte die Tagsatzung unter Usteris Vorsitz die modifizierte Verfassung durchberaten und angenommen, am 25. schritt sie zur Wahl des Senats, wobei Usteri mit der grössten Stimmenzahl gewählt wurde. Aber in dem Moment, wo er die Einheitsrepublik geborgen glaubte und die höchste Staffel seines Einflusses erklommen zu haben schien, erfolgte in der Nacht vom 27. zum 28. Oktober 1801 der dritte helvetische Staatsstreich, der gewaltsamste von allen. Die in Bern anwesenden Föderalisten sprengten im Einverständnis mit zwei Mitgliedern des Vollziehungsrates, Dolder und Savary, und den Vertretern Frankreichs, dem Gesandten Verninac und dem General Montchoisy, die Tagsatzung und den Vollziehungsrat durch militärische Vorkehrungen und bemächtigten sich der Regierung. Usteri wurde mit der Mehrheit des Vollziehungsrates, den Ministern Rengger und Meyer v. Schauensee, in ihrem Sitzungslokal durch 50 Grenadiere gefangen gehalten, bis alles vollendet war.[1])

Der föderalistische Staatsstreich, der von den Konservativen aller Kantone mit Jubel begrüsst wurde, drängte Usteri mit einem Schlage aus seinen öffentlichen Stellungen heraus. Eine der ersten Handlungen der neuen Machthaber war die Unterdrückung des „Republikaner“ am 7. November, der indes unter verändertem Titel doch fort erschien. Noch im gleichen Monat siedelte Usteri nach Luzern über, wo er Gegenstand scharfer Überwachung von seiten der föderalistischen Regierung war. Als der erste Konsul als Bedingung der Anerkennung dieser Regierung die Aufnahme einer Anzahl Unitarier in den Senat und den Kleinen Rat verlangte, wurde Usteri von Stapfer als Staatssekretär vorgeschlagen, aber von den Franzosen als zu leidenschaftlich und als Journalist ausgeschlossen.[2]) Am vierten Staatsstreich vom 17. April 1802, durch den die Unitarier mit Zustimmung Verninacs die Föderalisten wieder aus dem Sattel hoben, hatte er keinen Anteil; auch wurde er nach dem Willen des französischen Gesandten sowohl von der Notabelnversammlung, welche die endgültige Verfassung der Republik festsetzen sollte, als von dem neuen Senat ferngehalten.[3]) Dagegen wurde er an die Spitze der „Kantonalkommission“ gestellt, die gemäss der fünften und letzten helvetischen Verfassung vom 2. Juli 1802 die Organisation für den Kanton Zürich endgültig hätte festsetzen sollen.[4])

---

[1]) Oechsli, I, S. 338 ff.; Strickler, Akten VII, S. 626—657.

[2]) Wydler: Albrecht Rengger, II., S. 57. Luginbühl: Aus Stapfers Briefwechsel, I., S. 129.

[3]) Wydler, II., S. 59, 61.

[4]) Strickler, Akten VIII, S. 641, 960, 1559.

Kaum war jedoch Usteri zu diesem Zweck in die Vaterstadt zurückgekehrt, so brach mit dem von Bonaparte angeordneten Rückzug der französischen Truppen aus Helvetien die föderalistische Insurrektion in der Urschweiz aus, der sich auch die vom helvetischen General Andermatt am 10. und 13. September vergeblich beschossene Stadt Zürich anschloss und die sich immer weiter ausbreitete. Usteri sah sich als der vornehmste Träger des Unitarismus in Zürich von den siegreichen Föderalisten mit Verhaftung bedroht und entfloh nach Tübingen. Als Bonaparte durch die Ankündigung seiner Mediation den Föderalisten Halt gebot und durch das Einrücken seiner Truppen den helvetischen Behörden wieder einen Schein von Autorität verlieh, ernannte die zürcherische Kantonstagsatzung im November Usteri und Pestalozzi zu den Vertretern des Kantons auf der helvetischen Consulta, die sich im Dezember in Paris versammeln sollte, während die Stadt das Haupt der zürcherischen Föderalisten, Hans von Reinhard, dahin abordnete.[4])

Nur mit schwerem Herzen leistete Usteri dem Rufe zur Consulta Folge und seine Ahnung trog ihn nicht. Die schriftlichen und mündlichen Erklärungen des ersten Konsuls vernichteten die Hoffnungen der Unitarier gänzlich. Den Altgesinnten warf er die Einheit, der revolutionären Partei die Untertanenverhältnisse als Opfer hin; durch diese vom französischen Standpunkt aus meisterhafte Politik brachte er es fertig, durch seine Vermittlung die Masse beider Parteien zu befriedigen. Auf Usteri, dem die geopferte Einheit die Hauptsache gewesen war, machte die Mediation den schlimmsten Eindruck. „Auf dem vorgezeichneten Wege ist wahrlich kein Heil und keine Rettung für uns möglich“, schrieb er am 11. Dezember, und am 23.: „Ueberhaupt lässt mich alles, was ich sehe und höre, eine traurige Zukunft und einen neuen Zwischenakt unserer elenden Halbexistenz fürchten, der schlimmer als die vorhergehenden werden möchte.“[5]) Zunächst wurden die Deputierten aufgefordert, Denkschriften und Entwürfe über die Verfassungen ihrer Kantone einzureichen. Auf den Wunsch Usteris traten die Zürcher beider Parteien zu gemeinsamer Beratung zusammen und einigten sich in mehreren wichtigen Punkten, reichten aber doch gesonderte Entwürfe ein. Ohne auf die Wünsche der einen oder andern viel Rücksicht zu nehmen, legte ihnen der mit den Verfassungen der ehemaligen Städtekantone betraute Senator Röderer einen Entwurf zur Diskussion vor, der im wesentlichen für alle Städtekantone gleich lautete; doch setzte Reinhard es durch,

[4]) Strickler, Akten IX, S. 511 f. Oechsli S. 416. 421.

[5]) Meister: Briefe Paul Usteris aus der helvetischen Consulta in Paris (Zürcher Taschenbuch 1909), S. 49, 55. Brunner, Der Kanton Zürich in der Mediationszeit, S. 2 ff.

dass das anfänglich im Entwurf enthaltene Prinzip der Stellvertretung nach der Kopfzahl mit einem die Hauptstadt begünstigenden Wahlsystem vertauscht wurde. Für die endgültige Feststellung der Bundesverfassung ordnete Bonaparte an, dass jede der beiden Parteien in der Consulta einen Fünferausschuss ernenne. Usteri gehörte zu dem Fünferausschuss der Unitarier, Reinhard zum Ausschuss der Föderalisten. In der denkwürdigen Sitzung vom 29. Januar 1803, wo der erste Konsul in den Tuilerien mit den beiden Ausschüssen persönlich verhandelte, ergriff Usteri, freilich erfolglos, die Gelegenheit, um noch einmal die Notwendigkeit einer stärkeren Zentralisation zur Sprache zu bringen. Am 14. Februar erhielten die beiden Fünferausschüsse die Mitteilung, dass das Vermittlungswerk vollendet sei. Am 10. März müsse die Staatsgewalt in jedem Kanton von den helvetischen Behörden auf eine provisorische Regierungskommission von 7 Mitgliedern übergehen; das oberste werde der erste Konsul bezeichnen, für die übrigen erwarte er die Vorschläge der Ausschüsse. Die Präsidenten dieser Regierungskommissionen entnahm Bonaparte in erster Linie den beiden Ausschüssen. Um Usteri und Reinhard nicht durch Bevorzugung des einen oder andern zu verletzen, bezeichnete er beide als Mitglieder der Zürcher Regierungskommission, ernannte aber zum Präsidenten den Schriftsteller Heinrich Meister. Alle Mitglieder waren Stadtbürger; vergeblich suchte Usteri durch ein Schreiben an Bonaparte, wenigstens ein Mitglied vom Lande, Rebmann, hineinzubringen. Am 19. Februar 1803 fand die feierliche Uebergabe der Vermittlungsakte an die beiden Fünferausschüsse statt, wobei der erste Konsul jedem der zehn Deputierten noch einen guten Rat mitgab. So sagte er zu Reinhard: „Sie gehören einem Kanton an, der vorzüglich durch die Spaltung von Stadt und Land zerrissen ist. Sie und Usteri betrachte ich als die Häupter beider Parteien. Ihnen beiden liegt es ob, dem einen auf die Stadt, dem andern auf das Land in mässigendem und versöhnendem Sinne zu wirken.“ [1])

So wenig Usteri mit der Mediationsakte zufrieden sein konnte, welche die Schweiz wieder in einen Staatenbund von 19 selbstherrlichen Kantonen auflöste, in einen Bund ohne Einkünfte, ohne eigene Regierung, mit einem blossen Vorort, der jedes Jahr zwischen sechs Kantonen wechselte, und einer Tagsatzung, die wieder an Instruktionen gebunden war, der Heerwesen, Zölle, Münz- und Postwesen wieder der Willkür der Kantone überlieferte, die geistvolle Art, mit der Bonaparte das Föderativsystem der Schweiz beleuchtet und gerecht-

---

[1]) v. Muralt: Hans v. Reinhard, S. 115 ff. Meister: Briefe Paul Usteris aus der Consulta S. 59, 63, 66, 77. Oechsli, a. a. O., I. S. 430 ff.

fertigt hatte, war auf ihn doch nicht ohne Eindruck geblieben.[1]) Nach der Heimkehr ermahnte Usteri in einer gedruckten Zuschrift an seine Wähler vom 3. März 1803 die Bürger des Kantons Zürich, sich aufrichtig an die neue Verfassung anzuschliessen, da sie die Möglichkeit eines heilsamen Fortschritts gewähre und bei längerer Fortdauer der Zwietracht die Existenz der Schweiz auf dem Spiele stehe.[2]) Bei den Wahlen zum Grossen Rat gewann die aristokratische Partei dank dem künstlichen Wahlsystem und ihrem engen Zusammenhalten eine kleine Mehrheit, die sie benutzte, um den Kleinen Rat aus 20 „Aristokraten“ und 5 „Demokraten“ zu bestellen. Unter den letztern befand sich Usteri. Vergeblich suchten die Demokraten Reinhard, dem ersten Bürgermeister, Usteri als zweiten zur Seite zu stellen; auch dieser Posten wurde mit einem Aristokraten besetzt. Usteri war unstreitig der bedeutendste Kopf in der Regierung; da er aber seinen liberalen Ideen konsequent treu blieb, betrachtete ihn die konservative Mehrheit nur als das geduldete Haupt der Minderheit oder gar als ein notwendiges Uebel. So konnte sein Einfluss gegenüber dem allmächtigen Reinhard in wichtigen Punkten nicht aufkommen. Mit dem Verfahren seiner Kollegen und des Landammanns Wattenwyl im Bockenkrieg war er so wenig einverstanden, dass dieser ihn indirekt als geheimen Urheber des Aufstandes verdächtigte[3]), wogegen er im Kleinen Rat als Verleumdung protestierte. Wohl aber gab Usteri am 26. Mai 1904 im Grossen Rat unverhohlen seinem Schmerz Ausdruck, dass die Regierung es vorgezogen habe, ihre Macht auf Furcht und Schrecken statt auf das Vertrauen des Volkes zu gründen.[4])

1806 wurde der Entwurf eines Strafgesetzbuches, den er mit Ludwig Meyer von Knonau ausarbeitete, um der Willkür im Kriminalwesen ein Ende zu machen, vom Grossen Rat verworfen. Doch gelang es ihm, im einzelnen manches Gute zu schaffen; so war er der Urheber der 1808 eingeführten obligatorischen Feuerversicherung für Gebäude.[5]) An der eidgenössischen Tagsatzung, an der er öfters als Legationsrat, d. h. als zweiter oder dritter Gesandter Zürichs teilnahm, wirkte er als Mitglied der Linthkommission energisch für das Zustandekommen des Linthwerks, dem sein Freund Escher seine ganze

---

[1]) Meister: Briefe Paul Usteris aus der Consulta S. 70.

[2]) Kleine gesammelte Schriften S. 184.

[3]) L. Meyer v. Knonau: Lebenserinnerungen S. 157 ff.; Fr. v. Wyss: Leben der Bürgermeister v. Wyss, I, S. 494 ff.; Oechsli, I, S. 462; Brunner: Der Kanton Zürich in der Mediationszeit, S. 30 f.

[4]) Oechsli, S. 487, 496, 500; Brunner S. 91, 100.

[5]) Oechsli, S. 690, 700; Brunner S. 134.

Kraft widmete. 1805 wurde er zum eidgenössischen Gesundheitskommissär ernannt.[1])

Neben den Regierungsgeschäften war Usteri unausgesetzt literarisch tätig. Der „Republikaner“ war im August 1803 infolge des Wiederauflebens der Zensur eingegangen; wurde doch durch die Massregeln der Regierungen das schweizerische Zeitungswesen wieder so ziemlich auf das Niveau des 18. Jahrhunderts herabgedrückt. Eigene Zeitungen und Zeitschriften gab er einstweilen nicht mehr heraus. Seine Leipziger Buchhandlung liquidierte er 1804 nicht ohne schwere ökonomische Einbussen. Dafür schrieb er in die „Allgemeine Zeitung“, die 1803 nach Ulm und 1810 nach Augsburg übersiedelte, den grössten Teil der Schweizerartikel, indem er sich durch eine ausgebreitete Korrespondenz authentische Nachrichten aus allen Kantonen zu verschaffen wusste. Seine Artikel waren gewöhnlich sachliche Referate, denen aber mitunter schneidende Urteile und Sarkasmen das nötige Salz verliehen. Zu allen Zeiten ein grundsätzlicher Verfechter vollster Pressfreiheit und Öffentlichkeit im Staatsleben, spottete er der Geheimnistuerei seiner Kollegen in Zürich und andern Kantonen, die so weit ging, dass zuweilen die Zensur des einen Kantons die amtlich publizierten Aktenstücke des andern abzudrucken verbot. Er scheute sich nicht, selbst Tatsachen und Aktenstücke, die er vermöge seiner amtlichen Stellung kennen lernte, zu veröffentlichen, nur sein Gewissen befragend, wie weit er darin gehen dürfe, und des Beifalls von Tausenden gewiss, die in der „Allgemeinen Zeitung“ die Aufschlüsse fanden, die sie in den einheimischen Blättern vergeblich suchten. „Die richtigsten Nachrichten aus der Schweiz gibt Ihnen immer die „Allgemeine Zeitung“; sie ist eine köstliche Sammlung für uns“, schrieb das Haupt der St. Galler Regierung, Müller-Friedberg, am 22. Oktober 1804 an Johannes v. Müller. Aber die Grosszahl der schweizerischen Magistrate dachte darüber anders. Ihnen bereitete es unendlichen Ärger und Schrecken, dass beinahe alles, was sie im Geheimnis ihrer Ratstuben und Protokolle geborgen glaubten, von einer ihrem Arm unerreichbaren, fremden Zeitung unbarmherzig ans Licht gezerrt wurde. Die schweizerischen Landammänner d'Affry und Wattenwyl wandten sich 1803 und 1804 an die württembergische und bayrische Regierung, um die Nennung des wohlbekannten Autors zu erwirken und damit die Handhabe zum Einschreiten gegen ihn zu bekommen. Da diese Schritte erfolglos blieben, verbot der Kleine Rat von Zürich seinen Mitgliedern, an die Regierung gelangte Aktenstücke ganz oder auszugsweise zu veröffentlichen, und auf der Tag-

[1]) Oechsli, S. 637 ff.; J. Kaiser: Repertorium der Abschiede, S. 197, 305, 773.

satzung des gleichen Jahres stellte Bern noch weitergehende Anträge. Freiburg schlug ein kategorisches Verbot aller und jeder Veröffentlichung der Tagsatzungsverhandlungen vor. Schwyz riet zur Verletzung des Briefgeheimnisses, um dem Schuldigen auf die Spur zu kommen, und Unterwalden sprach von Stockschlägen, womit man den Zeitungsschreibern ihr Unrecht am kräftigsten dartun könne. Glarus, Schaffhausen, Thurgau dagegen fanden, der Schweizer habe einiges Recht darauf, zu wissen, was in seinem Lande vorgehe. Das Ende der langen Debatte war eine zahme Mahnung an die Kantone zu sorgsamer Bewahrung vertraulicher Aktenstücke und zur Verhütung unschicklicher Äusserungen über Kantonsregierungen und Tagsatzung. Der Unverbesserliche, dem die ganze Diskussion galt, hatte als drittes Mitglied der zürcherischen Gesandtschaft alles still mitangehört und beeilte sich, auch diese Beratung der Öffentlichkeit in der „Allgemeinen Zeitung“ zu überliefern. Eine etwas verfrühte Mitteilung über die Militärkapitulation von 1812, die auch in Frankreich verstimmte, brachte den Sturm gegen Usteris „Publizität“ von neuem zum Ausbruch. Zürich erliess ein scharfes Pressgesetz, speziell gegen Einsendungen in auswärtige Zeitungen, und die Tagsatzung fasste am 14. Juli drei Konklusa: erstens dass sämtliche Kantone ernstliche Massregeln gegen den Missbrauch der Veröffentlichung von diplomatischen Verhandlungen ergreifen sollten; zweitens dass der Landammann auf diplomatischem Wege die Nennung der Einsender solcher Artikel in auswärtigen Zeitungen erwirken solle; drittens, es solle über den Antrag, dem Landammann in Pressachen unmittelbare Gewalt zu übertragen, instruiert werden. So vereinte sich der fremde Druck mit den alteinheimischen Regierungstraditionen, um die Presse als ein Übel erscheinen zu lassen, das man am liebsten ganz unterdrückt hätte.[1])

Beim Zusammenbruch der Mediationsakte 1813/14 erfüllte die Haltung der Berner Patrizier, die der Absicht der Österreicher, gegen den Willen ihres Verbündeten, Zar Alexander, die Neutralität der Schweiz zu verletzen, in die Hände arbeiteten, in der Hoffnung, die Zustände vor 1798 herzustellen, Waadt und Aargau wieder ihrer Herrschaft zu unterwerfen, Usteri mit tiefster Empörung. Von ganzem Herzen wirkte er dabei mit, dass der Vorort Zürich, unter Landammann Reinhards Leitung, gegen die von Bern ausgehende Gegenrevolution Front machte und eine „eidgenössische Versammlung“ einberief, die einerseits die unvermeidlich gewordene Aufhebung der Mediationsakte, anderseits sofort die Stiftung eines neuen Bundes der 19 bestehenden Kantone

[1]) „Allgemeine Zeitung“ 1805, S. 867, und Extrabeilage vom 26. Mai, S. 2; Oechsli, S. 628 ff.

und die Nichtwiederherstellung der Untertanenverhältnisse beschloss.[1]) Während des Aufenthalts der verbündeten Monarchen in Basel liess Usteri eine kleine Schrift „Über die Verhältnisse der Schweiz und über die Interessen der verbündeten Mächte in Hinsicht auf dieselbe“ erscheinen, um diesen zu beweisen, dass es nicht in ihrem Interesse liegen könne, die von Bern aus betriebene Gegenrevolution zu begünstigen, weil sonst das Schweizervolk sich wieder bei der ersten Gelegenheit Frankreich in die Arme werfen würde, um mit dessen Hilfe die verlorene Freiheit und Rechtsgleichheit zurückzugewinnen. In den kläglichen Wirren, in welche die Schweiz durch das Umsichgreifen der Gegenrevolution nach Freiburg, Solothurn, Luzern und den Urkantonen gestürzt wurde, sah er eine Zeitlang keinen andern Ausweg, als den einer Zwangsvermittlung der Mächte, einer regelrechten Mediation unter russischer Führung, wobei er die Hauptrolle dem Grafen Capo d'Istria zudachte. Zum Glück für die Zukunft der Schweiz zogen die Alliierten es vor, ihre Einwirkung in einer für ihre Selbständigkeit schonenderen Form vor sich gehen zu lassen.

Im Gegensatz zu Bern, Luzern, Freiburg, Solothurn, wo die Patrizier die Herrschaft wieder an sich rissen, erfolgte in Zürich kein jäher Bruch mit der Mediation, obschon es auch hier an einer Partei, welche einfach die Stadtherrschaft vor 1798 herstellen wollte, nicht fehlte. Doch hielt man es, den Winken der fremden Minister gehorsam, für notwendig, der „exzessiven Demokratie“ der Mediationsverfassung durch eine Verfassungsänderung auf legalem Weg abzuhelfen. Schon am 5. Januar 1814 bestellte der Staatsrat eine Revisionskommission, der auch Usteri angehörte. Diese Kommission einigte sich rasch dahin, dass der Landschaft eine ansehnliche Vertretung bleiben, der Stadt aber, als dem Sitz höherer Geschäftskenntnis, Kultur und Wohlhabenheit, eine stärkere Vertretung gewährt werden solle. Die Hauptneuerung betraf die Wahlart des Grossen Rates, der durch allmählichen Wechsel der indirekt gewählten Mitglieder künftig aus 130 Vertretern der Stadt und 82 Vertretern der Landschaft zusammengesetzt sein sollte.

In andern Punkten war die neue Verfassung demokratischer als die Mediationsverfassung, indem sie den Zensus für das aktive Wahlrecht ganz beseitigte und für das passive herabsetzte, die Lebenslänglichkeit der Grossratsstellen aufhob und sechsjährige Amtsdauer einführte. Usteri machte der neuen Verfassung, deren Haupturheber der spätere Bürgermeister David v. Wyss der jüngere war, keine Oppo-

[1]) Oechsli: Geschichte der Schweiz im 19. Jahrhundert, II, S. 16 ff.; id., Eine ungedruckte Kriegszeitung vor hundert Jahren (Neujahrsblatt der Stadtbibliothek Zürich 1915), S. 18.

sition, ja in der entscheidenden Grossratssitzung vom 10./11. Juni 1814 rettete er sie gegen eine Koalition von rechts und links, welche auf Verwerfung drängte, durch sein Eintreten. Sein Ansehen bewog die Landpartei, sich ruhig in die Veränderung zu fügen. Bei der Neubestellung der Behörden wurde er wieder in den Kleinen Rat und innerhalb desselben in den Staatsrat gewählt, der die Regierung im engern Sinn bildete und jetzt eine verfassungsmässige Stellung erhielt.[1])

Seit Juli 1814 nahm Usteri als einer der Gesandten Zürichs an der sogenannten langen Tagsatzung teil, welcher die schwere Aufgabe zufiel, die aus Rand und Band geratene Eidgenossenschaft durch einen neuen Bundesvertrag wieder zusammenzuschweissen, die allenthalben begonnenen kantonalen Revisionen zu überwachen, die gewaltsamen Ausbrüche der Parteigegensätze zu dämpfen und endlich das Verhältnis der wieder neu zur Schweiz hinzutretenden Gebiete Wallis, Neuenburg, Genf, Basler Jura zu bestimmen, alles in beständigem Kontakt mit den Ministern der Verbündeten, die, ohne äusserlich zum Zwang zu schreiten, sich doch stets das entscheidende Wort vorbehielten. Das hatte namentlich auch der Kanton Tessin zu erfahren, dessen Behörden einen nach dem Befinden der Diplomaten und des Vorortes viel zu demokratischen Verfassungsentwurf dergestalt ändern mussten, dass ein Volksaufstand dagegen ausbrach. Die Tessiner Insurrektion rief einer bewaffneten eidgenössischen Intervention, kraft deren dann die Tagsatzung das Recht in Anspruch nahm, eine neue von den Tessiner Behörden vorgelegte Verfassung vom 24. Okt. 1814 einer scharfen Prüfung zu unterwerfen. Usteri verfasste als Berichterstatter der mit der Prüfung beauftragten Kommission ein Gutachten, dessen Grundgedanke dahin ging, der Entwurf bringe bei der Vertretung lediglich die Bevölkerung in Anschlag, lasse aber die zwei andern Grundlagen einer wohlberechneten Repräsentation, Eigentum und Kenntnisse, ganz ausser acht. Gestützt auf Usteris Gutachten, das in typischer Weise zeigt, wie weit er 1814 noch von den demokratischen Anschauungen der Folgezeit entfernt war, verweigerte die Tagsatzung dem Entwurf die eidgenössische Garantie. Da die Tessiner Abgeordneten sich weigerten, ihre Verfassung noch einmal zu ändern, nahmen Usteri und der Basler Stehlin die gewünschten Modifikationen von sich aus vor. Die fremden Minister erteilten dem Werk ihren Segen und der Tessiner Grosse Rat nahm es nun am 17. Dezember ohne weiteren Widerstand an.[2]) Usteri war

---

[1]) Dändliker: Zur Entstehungsgeschichte und Charakteristik der zürcherischen Kantonsverfassung von 1814 (Zürcher Taschenbuch 1904); Oechsli: Eine ungedruckte Kriegszeitung vor hundert Jahren, S. 29 f.

[2]) Oechsli, II, S. 221 ff.

auch als erbetener Vermittler in Gebietsstreitigkeiten zwischen den Kantonen Schwyz und St. Gallen, Uri und Tessin tätig. 1815 ernannte ihn die Tagsatzung zum Präsidenten der eidgenössischen Sanitätskommission. Die neue Ordnung der Eidgenossenschaft seit dem Bundesvertrag vom 7. August 1815 stellte er in einem „Handbuch des Schweizerischen Staatsrechts“ dar, das die Verfassungen des Bundes und der 22 Kantone samt andern auf das schweizerische Staatsrecht bezüglichen Dokumenten nebst statistischen und literarischen Nachweisen enthielt (Aarau 1815—16, 2 Bde., 2. Aufl. 1821).

Trotz seines Verhaltens in der Zürcher und Tessiner Verfassungsangelegenheit galt Usteri nach wie vor als das Haupt der demokratischen Minderheit in der Zürcher Regierung und blieb der Vertrauensmann des Zürcher Landvolks; so notorisch und unwandelbar waren im übrigen seine freisinnigen Grundsätze, die er auch während der Restaurationszeit in der Regierung und in der Presse mit Nachdruck vertrat. In der reaktionären Strömung, die nach dem Sturz Napoleons über ganz Europa hereinbrach, in der Zeit der Demagogenverfolgungen, der Fürstenkongresse von Troppau, Laibach und Verona, die das Einschreiten der Grossmächte gegen die Revolution in den schwächern Staaten zum Grundsatz erhoben, wurde Usteri durch sein hohes Ansehen, seine gewandte, unermüdliche Feder recht eigentlich das anerkannte Haupt des Liberalismus in der ganzen Eidgenossenschaft. Er redigierte von Zürich aus die bei Sauerländer seit 1814 erscheinende „Aarauer Zeitung“, mit der sich an Bedeutung kein anderes Schweizerblatt messen konnte[1]), versah aber fortwährend auch die „Allgemeine Zeitung“ mit Korrespondenzen. Besonderes Gewicht legte er auf Besprechungen der neu erscheinenden schweizerischen Literatur. Die entschiedene Färbung, die Usteri bei aller Gemessenheit seinen knappen politischen und literarischen Referaten zu geben wusste, sein gründliches Wissen, die genaue Sachkunde, die er seinen zahlreichen Korrespondenten und seiner amtlichen Stellung verdankte, die Unerschrockenheit, womit er bald da bald dort einen Pfaffenstreich oder ein geheim geglaubtes Aktenstück ans Licht zog, machten ihn zum gefürchtetsten und gehasstesten Gegner der Reaktionäre aller Sorten. Schon 1814 fasste die Tagsatzung Beschlüsse, die sich gegen seine Tätigkeit in der „Allgemeinen Zeitung“ und in der „Aarauer Zeitung“ richteten. Ihre gefährlichsten Widersacher aber fand die liberale Schweizer Presse im diplomatischen Korps in Bern. 1821 erlag die „Aarauer Zeitung“ dem vereinten Ansturm der Vertreter von Österreich, Preussen, Russland

[1]) Brugger, Geschichte der Aarauer Zeitung 1814—1821 (Aarau 1914), S. 84 ff., 98 ff.

und Frankreich, den in Bern „stationierten Nachtwächtern der Heiligen Allianz“, wie Usteri seinem Freunde Stapfer mitteilte. Er wandte nun seine Mitarbeiterschaft der bisher von Ohmann Füssli redigierten „Zürcher Zeitung“ zu. Infolgedessen verwandelte sich das alte Blatt am 1. Juli 1821 in die „Neue Zürcher Zeitung“, die unter Usteris Leitung sich rasch zum angesehensten Organ der Schweiz emporschwang.[1])

Als 1820 die Reibungen der Schweiz mit dem Ausland wegen des Asylrechts anhoben, war Usteri durchaus dagegen, dass man den Höfen der Heiligen Allianz Schergendienste leiste; auf jede Willfährigkeit, meinte er, würden nur gesteigerte Forderungen folgen. Als der Vorort Zürich 1821 den Versuch der preussischen Regierung, dem Neuenburger Abenteurer Fauche-Borel, der ihr Spionendienste leistete, unter der Maske eines „Generalkonsuls“ eine offizielle Stellung in der Schweiz zu geben, durch Verweigerung des Exequaturs vereitelte, schrieb Usteri voller Genugtuung an Stapfer: „Dabei bleiben wir, wenn auch der preussische Gesandte abzureisen Befehl erhielte“. Zur Zeit des Kongresses von Verona wurde aber der Schweiz so deutlich mit Besetzung gedroht, dass die Tagsatzung diese nur durch das berüchtigte Press- und Fremdenkonklusum vom 14. Juli 1823, das der Schweiz die strengste Zensur über die Presse zur Pflicht machte und durch das sie ihr altes Asylrecht preisgab, abwenden zu können glaubte. „Der Wellenschlag, den das spanische Ufer zurück warf,“ schrieb Usteri an Stapfer[2]), „ist an unsern Gebirgen fühlbar gewesen und eine furchtsame, scheue Apathie hat sich aller Gemüter bemächtigt.“ „Das System des unbedingten Gehorsams gegen jede Zumutung“ hatte gar nicht seinen Beifall.[3]) Umgekehrt war seine Stellung als Staatsrat der reaktionären Clique, die das Einschreiten der Mächte in der Schweiz betrieb, ein Dorn im Auge. Fauche-Borel schrieb am 4. Juni 1822 nach Berlin, Usteri herrsche in Zürich als Souverän; wenn er sich einerseits durch seinen Geist Gehör verschaffe, so mache er sich anderseits gefürchtet durch seine Bosheit. Eine geheime Denkschrift der Pariser Polizei an die Höfe von Wien und Berlin nennt ihn 1824 „le célèbre Usteri, un des premiers membres du gouvernement et un des hommes les plus influens et les plus dangereux de la Suisse“. Der Restaurator

[1]) Oechsli, II, S. 582, 587 ff.; Luginbühl: Aus Stapfers Briefwechsel, I, S. XLI; Brugger a. a., S. 60 ff.; Uebelhör: Die zürcherische Presse im Anfange des 19. Jahrhunderts (Zürich 1908), S. 141.

[2]) Oechsli, II, S. 653; Luginbühl: Aus Stapfers Briefwechsel, II, S. 253, 259, 261.

[3]) Oechsli, II, S. 675 ff.; Luginbühl: Aus Stapfers Briefwechsel, II, S. 294; Briefe Usteris an Meyer v. Schauensee, deren Mitteilung ich Herrn cand. phil. G. Schnyder von Luzern verdanke.

Carl Ludwig v. Haller bezeichnet ihn 1825 in einer Denkschrift für das französische Ministerium des Auswärtigen als unverbesserlichen Revolutionär, Haupt der Jakobinerpartei in der ganzen Schweiz, gefährlich durch das Amt, das er bekleide, durch seine Tätigkeit und seine zahlreichen Verbindungen.[3]) Charakteristisch für die Bedeutung, die man im Ausland Usteri beilegte, ist, dass das falsche Gerücht, Viktor Cousin habe auf einer Schweizerreise mit ihm die internationalen Revolutionspläne besprochen, mit ein Grund zur Verhaftung des berühmten französischen Philosophen war, die im Dezember 1824 zu Dresden stattfand, so dass Cousin nach seiner Rückkehr glaubte, Usteri, der die Ehre habe, „für die Metternich-Kamptz-Franchetsche Polizei ein besonderer Gegenstand der Beachtung und selbst der Furcht zu sein", durch Stapfer davor warnen zu sollen, die Schweizer Grenze anders als in diplomatischem Charakter zu überschreiten.[4])

Die Veröffentlichung einer harmlosen Erklärung, die Graubünden wegen des Veltlins ins Tagsatzungsprotokoll gegeben, bot 1827 den konservativen Regenten Anlass zu einem neuen Sturm auf die „unerhörte, rücksichtslose Publizitätssucht" Usteris. Jetzt erlebte man das Kuriosum, dass der Staatsrat des Vorortes Zürich gegen eines seiner Mitglieder ein eigenes eidgenössisches Gesetz beantragte, das über Verhandlungen der Eidgenossenschaft oder einzelner Kantone mit dem Ausland vor ihrer gänzlichen Beendigung nicht nur die Veröffentlichung von Aktenstücken, sondern auch von Beratungen, Gesandtschaftsäusserungen, Instruktionen und Aufsätzen untersagte. Es war ein Antrag, bei dem es nicht bloss auf Wahrung wirklicher Staatsgeheimnisse, sondern auf die Pressfreiheit selber abgesehen war. Im Grossen Rat von Zürich verteidigte sich der Hauptangeklagte am 19. Juni 1828 gegen den Antrag seiner Kollegen mit dem ganzen Zauber seiner Beredsamkeit, indem er am Schlusse von dem Grossen Rat von 1828, wenn er, wie er vermute, ihm Unrecht gebe, an den Grossen Rat von 1838, der ganz anders denken werde, appellierte. Usteris Rede machte, durch den Druck verbreitet, in der ganzen Schweiz mächtigen Eindruck, und neun Tage später folgte eine ähnliche Rede im Luzerner Grossen Rat von Dr. Kasimir Pfyffer, der nicht nur den Vorschlag des Vorortes, sondern auch das Press- und Fremdenkonklusum von 1823 als „ein Denkmal der Schwäche" zerzauste. Die Folge war, dass im Schweizervolk „von Pressfreiheit während einiger Monate mehr gesprochen wurde als sonst in vielen

---

[3]) Oechsli, II, S. 586, Note.

[4]) Luginbühl: Aus Stapfers Briefwechsel, II, S. 331 f.; Oechsli.II, S. 697.

Jahren". Der gegen Usteri gerichtete Tagsatzungsbeschluss kam nur in abgeschwächter Form zustande und wurde schliesslich nur von 13 Kantonen genehmigt. Usteri durfte es als einen persönlichen Sieg betrachten, als 1829 Zürich die Zensur aufhob und die Tagsatzung das Press- und Fremdenkonklusum von 1823 nicht mehr bestätigte.[1])

Zu Usteris politischer Bedeutung trug nicht wenig bei, dass er einen ausgedehnten Briefwechsel mit hervorragenden Persönlichkeiten des In- und Auslandes unterhielt. Unter seinen regelmässigen Korrespondenten finden wir die gewesenen helvetischen Minister Rengger, Phil. Alb. Stapfer und Meyer v. Schauensee, Landammann Müller-Friedberg von St. Gallen, die Staatsräte Monod in der Waadt und d'Alberti im Tessin, Heinrich Zschokke, Emanuel v. Fellenberg, den Konstanzer Generalvikar v. Wessenberg, Therese Huber u. a. Der gemeinsame Gegensatz gegen die aristokratisch-föderalistische Partei, die seit der Mediation in der Schweiz dominierte, hatte Usteri auch wieder mit seinen einstigen Gegnern in der Helvetik zusammengeführt. Mit Laharpe hatte er 1806 eine Korrespondenz eröffnet, die sich zur herzlichsten Freundschaft zwischen den beiden Männern auswuchs und bis zu Usteris Tod ununterbrochen fortdauerte. Sogar Peter Ochs, seit 1803 ein stilles, aber tätiges Mitglied der Basler Regierung, machte ihn seit 1809 zum Vertrauten seiner Schulreformen, seiner historischen und gemeinnützigen Arbeiten, durch die er die Sünden seiner Vergangenheit sühnte.[2])

Usteri mit seinem vielseitigen Wissen, seiner Geschäftsgewandtheit und Beredsamkeit, und nicht zum mindesten seinem edlen Äussern war auch der geborne Vereinspräsident. Das lebhafte Interesse, das er noch immer den Naturwissenschaften entgegenbrachte, betätigte er durch zahlreiche Vorträge im Schoss der naturforschenden und der ärztlichen Gesellschaft in Zürich, denen er seit 1812 vorstand. 1817 wählte ihn die allgemeine schweizerische Gesellschaft für Naturwissenschaften, 1824 die schweizerische gemeinnützige Gesellschaft zu ihrem Präsidenten. Die gehaltvollen Eröffnungsreden, die er jeweilen bei den Versammlungen in Zürich hielt, sind nicht nur historische Dokumente für die Geschichte dieser Vereine, sondern für das Geistesleben der Schweiz überhaupt.[3]) Er erblickte in dem Vereinsleben, soweit es schweizerischen Charakter trug, nicht bloss ein Mittel zur Verfolgung wissenschaftlicher und gemeinnütziger Zwecke, sondern vor allem ein Mittel, das Bewusstsein der Zusammengehörigkeit

---

[1]) Oechsli, II, S. 728 ff.
[2]) Usteri-Archiv.
[3]) Kleine gesammelte Schriften von Dr. Paul Usteri. Aarau 1832.

unter den Schweizern verschiedener Kantone, Sprachen und Konfessionen zu beleben und das engere politische Band, das ihm als Endziel vorschwebte, vorzubereiten.[1])

In Zürich hatte sich gegen Ende der zwanziger Jahre aus jüngern, fähigen Männern die Partei der sogenannten Stadtliberalen gebildet, die in Paul Usteri ihren Senior erblickten und Reformen in der Verfassung anstrebten, ohne das Übergewicht der Stadt aufgeben zu wollen; in einem „Bauernregiment“ sahen auch sie das Grab aller Bildung und Freiheit. Usteri, der früher so entschieden das Repräsentativsystem als eine Aristokratie der Bildung aufgefasst hatte, war indess im Lauf der Restaurationszeit der wirklichen Demokratie bedeutend näher getreten.[2]) Der nach der Julirevolution mit Macht ausbrechenden demokratischen Bewegung sah er nicht ohne Bangen entgegen; doch hätte er seine Vergangenheit verleugnen müssen, wenn er sie hätte hemmen wollen. Mit Nachdruck bekämpfte er daher die Tendenz des aristokratischen Vorortes Bern, von Bundes wegen gegen die Bewegung einzuschreiten, weshalb die „Neue Zürcher Zeitung“ im September 1830 in Bern verboten wurde. Auf sein Betreiben lehnte die Zürcher Regierung eine gleichzeitige Aufforderung des Vororts zu Repressivmassregeln entschieden ab. Als auf das Begehren von 31 Landgrossräten der Grosse Rat von Zürich am 1. November 1830 sich zur Verfassungsrevision entschloss, wurde Usteri zum Vorsitzenden der Kommission ernannt, welche Anträge stellen sollte. Das Projekt der Kommission, das dem Landvolk die Hälfte der Vertretung im Grossen Rat zugestehen wollte, befriedigte aber, als Usteri es in der Neuen Zürcher Zeitung veröffentlichte, nicht mehr. Als dann die grosse Volksversammlung zu Uster am 22. November 1830, auf die Usteri indirekt durch den ihm befreundeten Dr. Hegetschweiler im Sinne der Mässigung zu wirken suchte, Anerkennung der Volkssouveränität und zwei Drittel der Repräsentanten für die Landschaft verlangte, trat Usteri für sofortiges Nachgeben seitens der Behörden in die Schranken.[3])

Auf Antrag der von ihm geleiteten Verfassungskommission ordnete der Grosse Rat durch eine rasche Partialrevision der Verfassung seine

---

[1]) Oechsli, II, S. 575.

[2]) Oechsli: Geschichte der Schweiz im 19. Jahrhundert, II, S. 783 f.; Derselbe: Briefwechsel J. C. Bluntschlis mit Savigny, Niebuhr, Ranke, Jakob Grimm und Ferd. Meyer, S. 179 ff., 186, 193. Pupikofer: Johann Jakob Hess, S. 55 f.; Brugger: Geschichte der „Aarauer Zeitung“, S. 116.

[3]) Dändliker: Der Ustertag (Zürich 1881), S. 25 ff.; Derselbe: Geschichte der Stadt und des Kantons Zürich, III, S. 237 ff.; Wettstein: Die Regeneration des Kantons Zürich, S. 4 ff.; Schröter: Johannes Hegetschweiler, Neujahrsblatt des Waisenhauses, S. 13, 62.

Neuwahl nach der von der Versammlung zu Uster verlangten Repräsentationsbasis an. Usteri wurde der Führer des neuen Grossen Rates. Unter seinem Einfluss beschloss derselbe für die von Bern ausgeschriebene ausserordentliche Tagsatzung eine Instruktion, dass der Kanton Zürich zu keinen Mitteln Hand bieten werde, um den Bestrebungen der Kantone nach Verbesserung ihrer Verfassungen entgegenzutreten, dass er es für das wirksamste Mittel zur Herstellung der Ruhe und Eintracht halte, wenn die angebahnten Verfassungsarbeiten beförderlichst in eidgenössischem, freiem und volkstümlichem Geist zu Ende geführt würden, Grundsätze, denen der Nichtinterventionsbeschluss der Tagsatzung vom 27. Dezember entsprach.[1])

Wiederum wurde Usteri zum Vorsitzenden der Verfassungskommission ernannt und unter seiner einsichtigen, energischen Leitung wurde das Werk so rasch gefördert, dass die neue Verfassung schon am 15. Februar 1831 dem Grossen Rate und am 20. März dem Volke des Kantons Zürich vorgelegt werden konnte, welches sie fast einstimmig annahm. Es schien selbstverständlich, dass Usteri, dem die Leitung bei der Neugestaltung des Staatswesens zugefallen war, nun auch äusserlich an seine Spitze trete. Am 25. März wurde er an Stelle des greisen Reinhard, der zurücktrat und in ehrenvoller Weise entlassen wurde, zum ersten Bürgermeister und gleichzeitig am 28. zum Präsidenten des Grossen Rates gewählt. In welchem Geiste er die Regierung zu führen gedachte, bewies er, indem er den anfänglich ablehnenden konservativen David v. Wyss dringend bat, eine Wiederwahl als zweiter Bürgermeister anzunehmen, da sich zum Heil des Ganzen das Alte mit dem Neuen verbinden müsse.[2])

Das Übermass von Arbeit, das sich der 63jährige zugemutet, hatte jedoch seine Kräfte erschöpft. Am 30. März musste er sich fieberkrank vom Rathaus heimtragen lassen und zehn Tage später, am 9. April 1831, war er eine Leiche. Der unerwartete Hinschied Usteris auf der Höhe seines Wirkens machte in der ganzen Eidgenossenschaft den tiefsten Eindruck. Zu seinem Leichenbegängnis strömte das Landvolk fast aus allen Gemeinden des Kantons herbei.[3]) Aber auch vielen Konservativen erschien sein Tod in diesem Moment als ein Unglück. Freund und Feind waren darin einig, dass der milde Verlauf der Umwälzung im Kanton Zürich vornehmlich seiner klugen

---

[1]) Ludwig Meyer von Knonau, Lebenserinnerungen, S. 325 ff.

[2]) Fr. v. Wyss: Leben der beiden zürcherischen Bürgermeister David v. Wyss (Zürich 1886), II. S. 599; Wettstein: Die Regeneration des Kantons Zürich, S. 14 ff.

[3]) „Neue Zürcher Zeitung" 1831, Nr. 10; Wettstein, S. 93.

Leitung zu verdanken sei.[1]) Es war daher keine Phrase, wenn Kasimir Pfyffer als Präsident der Helvetischen Gesellschaft zu Schinznach am 4. Mai am Schluss einer grossen Rede Usteri einen begeisterten Nachruf widmete, dem „grossen Eidgenossen, dem Trefflichsten unter uns allen", an dem die Eidgenossenschaft „ihren bewährtesten, lang erfahrenen, mit ihrem Schicksalsgestirn innig vertrauten Piloten verloren", ein Verlust für die Wissenschaften, für die gemeinnützigen Anstalten, deren belebende Seele er gewesen, vor allem aber ein unersetzlicher Verlust für die Vollendung unserer politischen Entwicklung. Als letztes Vermächtnis habe Usteri den Eidgenossen die Mahnung hinterlassen, die grosse Schöpfung eines festeren Nationalverbandes, als der bisherige war, an die Hand zu nehmen.[2]) Noch fünf Jahre nach seinem Tod feierte ihn sein einstiger Gegner, der greise Laharpe, als „den unermüdlichen Gelehrten, den kenntnisreichen Naturforscher, den unerschütterlichen Verteidiger der Pressfreiheit und Öffentlichkeit, den aufrichtigen Freund wahrhaft freisinniger Einrichtungen, den mutigen, unbestechlichen, energischen Magistrat, den weitsichtigen, hochsinnigen Staatsmann, den das Volk seines Kantons als seinen Erlöser betrachtet, den warmherzigen Freund und den guten Bürger im eminenten Sinn des Wortes".[3])

(Literatur: Ehrenkranz auf Herrn P. Usteri (Zürich 1831). — Nekrolog der „Neuen Zürcher Zeitung", 13. April 1831. — Horner J. C., Usteris Verdienste um die naturforschende Gesellschaft in Zürich (1831). — Locher-Balber, Nekrolog auf Paul Usteri, Präsident der ärztlichen Gesellschaft in Zürich (1832). — Nekrolog in den Verhandlungen der schweizerischen Gesellschaft für Naturwissenschaften 1832. — Vorrede von Heinrich Zschokke in den Kleinen gesammelten Schriften von Paul Usteri (Aarau 1832). — Ott, Konrad, Das Leben von Paul Usteri, der schweizerischen gemeinnützigen Gesellschaft dargestellt (Trogen 1836). — Zehnder, Ulrich. Paul Usteri, gew. Bürgermeister des Kantons Zürich (Zürich 1867). — Oechsli, Artikel Paul Usteri in der Allgem. Deutschen Biographie, Bd. 39.

---

[1]) Fr. v. Wyss: Leben der beiden Bürgermeister David v. Wyss, II, S. 600. Vgl. den Brief J. C. Horners an Rengger in Wydlers Leben und Briefwechsel von Albrecht Rengger, I, S. 182; Bluntschli: Die jüngste Staatsumwälzung im Kanton Zürich, Balthasars Helvetia, VIII, S. 15.

[2]) Kasimir Pfyffer, Sammlung kleinerer Schriften (Zürich 1866), S. 72 ff.; Pupikofer: Joh. Jak. Hess, S. 76.

[3]) Luginbühl: Aus Philipp Alberts Stapfer's Briefwechsel (Basel 1891), II, S. 463.

II. Usteris Bedeutung für die Naturwissenschaft und für die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft.

Von C. Schröter.

(Als Manuskript eingegangen am 5. April 1917.)

Es ist ein sprechendes Zeugnis für den umfassenden Geist und die gewaltige Arbeitskraft Usteris, dass neben seinem überragenden Wirken als Staatsmann, das in den vorstehenden Blättern eine so autoritative Darstellung gefunden hat, auch seine Leistungen auf den Gebieten der Naturwissenschaft und Medizin und deren Förderung achtunggebietend dastehen. Wir können hier klar zwei Perioden in Usteris Arbeiten unterscheiden: die erste, von 1787—1800 reichend, umfasst seine gesamte literarische Produktion auf den Gebieten der Botanik, Medizin und Somatologie. Die zweite Periode, von 1800 bis zu seinem Tode, ist bezeichnet durch reiche organisatorische und administrative Tätigkeit zugunsten der Naturwissenschaft und Medizin. Das Leitmotiv seiner literarischen Produktion war das Bestreben, die wissenschaftlichen Arbeiten Anderer der Allgemeinheit zugänglich zu machen und einen regen Gedankenaustausch zu vermitteln; die Triebfeder seiner organisatorischen Tätigkeit war die patriotische Tendenz, die schweizerischen Naturforscher zu gemeinsamer Arbeit auf dem Gebiete der Wissenschaft und in ihrer Anwendung zum Wohle des Vaterlandes zusammenzuführen.

Usteris Beziehungen zur Naturwissenschaft waren mannigfacher Art: Die ersten Anregungen erhielt er durch seinen Paten Johannes Gessner; seine Studien in der Arzneiwissenschaft in Zürich und Göttingen führten ihn auch in Vorlesungen aus dem Gebiet der Naturwissenschaften. Seine enge Freundschaft mit dem Botaniker J. J. Römer, dem Geognosten Rengger und dem Geologen Hans Conrad Escher von der Linth trug das ihrige dazu bei. Nach Zürich zurückgekehrt, entfaltete er eine lebhafte Tätigkeit als Herausgeber botanischer Zeitschriften, als Direktor des botanischen Gartens, als Präsident der Physikalischen Gesellschaft und im Dienst der neu gegründeten Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (als Jahrespräsident 1817 und 1827 und als langjähriger Leiter des „Generalsekretariates“.[1])

[1]) Usteris Tätigkeit als Lehrer am medizinisch-chirurgischen Institut (1789—1798) gehört zum Teil ebenfalls hierher. Der Raum verbietet uns, hier auf die Wirksamkeit Usteris als Arzt, als Lehrer der Somatologie, als Mitgründer und Mitleiter der „Helvetischen Gesellschaft korrespondierender Aerzte und Wundärzte“ (1788—1798), als Mitbegründer und späterer Präsident der „Gesellschaft der Ärzte des Kantons

In dem Paten unseres Usteri, dem Chorherrn und Professor Johannes Gessner, verkörperte sich gleichsam die naturwissenschaftliche Tradition Zürichs, ja der Schweiz: er war der Urgrossneffe von Conrad Gessner, Schüler von Johann Jakob Scheuchzer und von Johannes von Muralt (dem Verfasser des „Eidgenössischen Lustgärtleins"), und ein intimer Jugendgenosse von Albrecht von Haller, der ihn seinen besten Freund nannte. Er besass reiche Sammlungen und stand als Gründer und langjähriger Präsident unserer „Physikalischen Gesellschaft" im Mittelpunkt des naturwissenschaftlichen Lebens Zürichs. Um ihn scharten sich eine Anzahl jüngerer und älterer Kräfte. Man kann ihn geradezu als das Haupt der Zürcher naturwissenschaftlichen Schule bezeichnen. So war er der richtige Mann, sein junges Patenkind für Naturwissenschaft zu begeistern. Wie hoch dieser ihn schätzte, geht aus den warmen Worten hervor, mit denen Usteri in der Gedächtnisrede auf Joh. Heinr. Rahn Johannes Gessner charakterisiert [1]).

Die Art der wissenschaftlichen Produktion und die Arbeitsweise Usteris können wir nicht besser charakterisieren als mit folgenden Worten Locher-Balbers in seinem Nekrolog auf Paul Usteri [2]):

„Überblicken wir die von dem seligen Usteri im Laufe der vollen Hälfte eines Jahrhunderts von 1787—1827 publizierten Schriften, so finden wir, dass dieselben nicht durch neue Entdeckungen die Naturwissenschaften bereicherten, sondern dass sie fast ausschliessend entweder das von andern Geleistete sammeln, bekannt machen, würdigen, beleuchten, loben oder widerlegen sollten, oder hingegen weniger den materiellen Inhalt als die Form und die Quellen der Wissenschaft und die Methode des Studierens befassen."

Dass Usteri trotzdem die beobachtende Arbeit in ihrem vollen Wert einschätzte, geht aus folgenden in seiner Denkrede auf J. H. Rahn enthaltenen Ausführungen hervor:

„Nun ist es zwar sehr nützlich und löblich, sich mit den Archiven des Wissens so vertraut und bekannt zu machen, dass man sie mit Leichtigkeit zu benutzen versteht, aber um den Inhalt jener unermesslichen Rüstkammern sich in dem oben angegebenen Sinne eigen zu machen, dafür reicht weder die Lebenszeit

---

Zürich" (1812—1831) einzutreten. Eine eingehende Würdigung erfährt diese Seite seiner Tätigkeit in der Denkrede, die am 6. Juni 1831 sein Nachfolger im Präsidium der Ärztegesellschaft, der Poliater Dr. Zundel in der Versammlung dieser Gesellschaft hielt (publiziert in: Verhandlungen der vereinigten ärztlichen Gesellschaften der Schweiz 1831, und „für einige Freunde des Verfassers besonders abgedruckt". Zürich 1831), ferner in der Festschrift zum hundertjährigen Jubiläum dieser Gesellschaft vom Jahre 1910, redigiert von Dr. A. von Schulthess-Schindler. Dieser Festschrift ist auch das Klischee entnommen, das unsere Biographie ziert. Wir verdanken auch an dieser Stelle dem Vorstand der Kantonalen Ärztegesellschaft die freundliche Überlassung des Klischees auf das Beste.

[1]) Kleine gesammelte Schriften von Dr. Paul Usteri, Aarau 1832, Seite 98.

[2]) Actes de la Soc. Helv. des Scienc. Nat. 17e Session, Genève 1832, Seite 163

noch die Kraft des Menschen hin; was man hingegen selbst in der Natur beobachtet; woran man seine Kräfte selbst geübt, was man selbst geprüft hat, das ist alsdann ein solches selbsterworbenes Gut, welches uns überall unbeschwert folgt und welches kein Zufall uns rauben oder entrücken kann."

Dass Usteri auf dem Gebiet der Beobachtung nicht mehr geleistet hat, liegt wohl in seiner äusserst vielseitigen Inanspruchnahme.

Seine bedeutendste Leistung auf botanischem Gebiet war die Leitung einer botanischen Zeitschrift, die von 1787—1791 unter dem Titel „Magazin der Botanik" von J. J. Römer[1]) gemeinsam mit Usteri herausgegeben wurde, von 1791—1800 von Usteri allein, zuerst bis 1794 unter dem Titel „Annalen der Botanik", dann von 1794—1800 unter dem Titel „Neue Annalen der Botanik". Sie erschien zuerst bei Ziegler & Söhne bis 1791, dann bei Orell Gessner, Füssli & Comp. in Zürich bis 1795, dann bei Peter Philipp Wolf in Leipzig (der von Usteri selbst gegründeten Firma).

Das „Magazin der Botanik" von Römer und Usteri umfasste zwölf „Stücke" in vier Bänden. Es war ein Wagnis der beiden jugendlichen Botaniker, des 23jährigen Römer und des 19jährigen Usteri, die beide literarisch noch völlig unbekannt waren, als Herausgeber einer kritisch sondierenden Zeitschrift aufzutreten. Ihr Selbstvertrauen war ein grosses, wie aus folgenden Sätzen der Vorrede hervorgeht:

„Also schüchtern zwar und mit dem unabänderlichen Entschluss, uns durch tätigen Fleiss und ununterbrochene Aufmerksamkeit auf alles, was zur Verbesserung und Vervollkommnung unseres Unternehmens dienen könnte, des Zutrauens des Publikums würdig zu machen, sind wir doch weit entfernt von jenem sklavischen, nur allzu oft erkünstelten und unter dem Schein der höchsten Bescheidenheit der höchsten Stolz verbergenden Misstrauens in uns selbst, das uns antriebe, unserer

[1]) J. J. Römer (siehe den Nekrolog von Schinz im Naturw. Anz. der allg. schweiz. Ges. f. d. gesamte Naturw., 1819, Nr. 2, und die Festschrift, Bd. 41 dieser Zeitschrift) 1763—1819, studierte in Zürich und Göttingen Medizin, praktizierte seit 1786 in Zürich, trieb aber hauptsächlich botanische und entomologische Studien, lehrte Botanik am medizinisch-chirurgischen Institut, leitete von 1797—1819 mit grossem Erfolg den botanischen Garten, besass auch ein grosses Herbar von 16000 Spezies. Wie Usteri war er auf botanischem Gebiet vorzugsweise redaktionell tätig. Nachdem das gemeinsam redigierte „Magazin" eingegangen war, gab er 1794 ein „Neues Magazin für die Botanik" heraus (nur ein Band erschienen), dann 1796—1803 das „Archiv für die Botanik", drei Bände, ferner „Scriptores de plantis hispanicis et Brasiliensibus", Nürnberg 1796; „Flora europaea inchoata", zwölf Faszikel in Quart mit prächtigen Abbildungen, von J. R. Schellenberg gemalt; eine deutsche Übersetzung von Smiths „Flora brittannica", Zürich 1804, ebenso von de Candolles „Anfangsgründen der Botanik", Zürich 1814/15, und endlich begann er zusammen mit Joh. Aug. Schultes in Landshut das „Systema vegetabilium" Linnés in 15. Auflage herauszugeben; bis zu Römers Tode erschienen vier Bände des siebenbändigen Werkes. Ausserdem hat er zahlreiche zoologische und medizinische Schriften publiziert. Er besass eine sehr ausgebreitete Korrespondenz und wurde viel von ausländischen Gelehrten aufgesucht.

Zeitschrift den Wert abzusprechen. Es ist früh genug, wenn andere Leute das tun, und würden wir selbst das glauben, so blieben wir gewiss fein ordentlich mit unserem Journal zu Hause."

Das Journal bringt vier Rubriken: Originalabhandlungen, Auszüge und Übersetzungen, Rezensionen und „Kurze Nachrichten".

„Unter den Originalaufsätzen werden wir nur solche aufnehmen, die wirklich etwas Neues und Interessantes bieten — es kommen leider alle Augenblicke der Abhandlungen nur gar zu viele ins Publikum, wo unter einem Tross von hochtrabenden und dreisten Worten . . . nichts gesagt wird."

„Die Auszüge und Übersetzungen sollen . . . allemal aus grösseren, kostbaren, schwer zu bekommenden Schriften, Werken gelehrter Gesellschaften, ausländischen Produkten oder auch solchen genommen werden, die sonst nicht in den Buchhandel kommen. . . . Kleine, seltene, wichtige ausländische, neue Piecen behalten wir uns vor nach und nach ganz zu liefern, und zwar, wo es angeht, in der Originalsprache."

In der Tat hat das Journal eine grosse Zahl ausländischer Publikationen dem deutschen Sprachgebiet zur Kenntnis gebracht. Es scheint damals eine grosse Freizügigkeit mit Bezug auf den Abdruck literarischer Produkte geherrscht zu haben: wenigstens findet sich nirgends ein Hinweis darauf, dass Autor oder Verleger angefragt worden seien.

Für die Rezensionen und Bücheranzeigen rühmen sie den Reichtum der Bücherschätze Zürichs:

„Wir besitzen selbst einen nicht kleinen Büchervorrat, schaffen uns alles Neue, dessen wir habhaft werden können, an, haben Zutritt zu den schönsten naturhistorischen Bibliotheken unserer Stadt und haben mit einheimischen und fremden Botanikern einen Verkehr, wodurch uns auch diejenigen Sachen bald bekannt werden, die sonst längere Zeit für Deutschland unbekannt bleiben."

Die „Kurzen Nachrichten" sollen Berichte bringen über Preisfragen, botanische Gärten, gelehrte Gesellschaften, käufliche Herbarien, geplante Publikationen, Desiderata, Personalia etc.

„Das wäre so ungefähr der Plan unseres Journals", und stolz fügen sie hinzu „abgeändert soll selbiger nie werden, den einzigen Fall ausgenommen, dass unsere Leser dadurch gewinnen würden."

Die neue Zeitschrift, die erste derartige im deutschen Sprachgebiet, scheint einem wirklichen Bedürfnis abgeholfen zu haben. Der bekannte Botaniker Willdenow in Berlin, damals freilich noch „Kandidat der Arzneigelahrtheit", schrieb an die Herausgeber: „Ich bin sehr erfreut, dass wir Deutschen die ersten sind, die ein Magazin für den wissbegierigen und forschenden Geist der Botaniker unseres grossen gemeinschaftlichen Vaterlandes angelegt haben[1])." Das

[1]) Das zweite derartige Unternehmen periodisch erscheinender botanischer Schriften im deutschen Sprachgebiet waren Ehrharts, des Freundes Usteris, „Beiträge zur Naturkunde", welche in dem „Hannoverischen Magazin", das mit dem Hannoverschen Anzeiger zweimal wöchentlich erschien, subliziert wurden. Die erste Nummer erschien 1788 (vergl. Alpers, Friedrich Ehrhart. Leipzig 1905, Seite 142.)

Unternehmen fand eine günstige Aufnahme: es beteiligten sich die bedeutendsten Botaniker der damaligen Zeit in der Schweiz, Frankreich und Italien mit Originalbeiträgen.

Im „Magazin“ finden wir Originalmitteilungen von folgenden Botanikern: Murray (einem schwedischen Arzt und Botaniker, erst in Upsala, dann in Göttingen, später der erbittertste Gegner Usteris), Batsch (in Jena, durch seine sorgfältigen Blütenanalysen und sein natürliches System vorteilhaft bekannt), Roth (Kreisphysikus in Vegesack bei Bremen, Verfasser der ersten deutschen Flora „Tentamen Florae Germanicae“), Willdenow, (Berlin, durch seine Ausgabe des „Systema Vegetabilium“ mit vielen neuen Arten und seine neuen Ideen über Pflanzengeographie bekannt), Scopoli (erst Arzt in Idria in Kärnthen, dann Professor in Pavia, Verfasser der „Flora carinthiaca“), Schrank („F. von Paula Schrank“, in Ingolstadt, Verfasser der „Flora bavarica“), Hoffmann (in Göttingen, der Nachfolger von Murray, Spezialist in Flechten und Weiden), Medicus (in Mannheim, Direktor des Schwetzinger Gartens, ein heftiger Gegner Linnés, ein Intimus Usteris). In den Annalen kommen zu den Genannten noch folgende Autoren dazu: vor allem Alexander von Humboldt, dann Geuns (ein Holländer), Hedwig (der bekannte Moosforscher von Leipzig), Senebier (von Genf, der berühmte Mitbegründer der neuern Ernährungsphysiologie), Schkuhr, (Mechanikus in Wittenberg, der sorgfältige Bearbeiter und geschickte Illustrator der Gattung *Carex,* der Farnkräuter und vieler anderer Pflanzengruppen in seinem mit 500 Kupfertafeln gezierten Handbuch), Nocca (Mantua und Pavia), Persoon (Göttingen, Verfasser des „Systema fungorum“ und der „Synopsis plantarum“), Olivi (Padua), Willemet (Nancy, Verfasser der Flora von Lothringen und Erforscher der Insel Mauritius), Ehrhart[1]), Zuccagni (Florenz), L'Héritier (in

---

[1]) Über Friedrich Ehrhart, einen der hervorragendsten botanischen Freunde Usteris, hat Ferdinand Alpers, Seminarlehrer in Hannover, eine sehr eingehende, reich dokumentierte Biographie publiziert (Leipzig, bei Engelmann, 1905), die ein anschauliches Bild des botanischen Lebens der damaligen Zeit enthält. Wir entnehmen ihr folgendes: Geboren 1742 in Holderbank (jetzt Kt. Aargau, damals Kt. Bern), machte Ehrhart seine Lehrzeit als Apotheker in Nürnberg durch und arbeitete dann in der berühmten Offizin von Andreä in Hannover, der sein eifriger Gönner wurde. Von 1771 bis 1776 praktizierte und studierte er in Stockholm und Upsala, wo er sich unter Führung von Linné, Vater und Sohn, ganz der Botanik widmete. Nach seiner Rückkehr blieb er drei Jahre im Hause seines Gönners Andreä und 1780 wurde auf ein Gutachten Dr. Zimmermanns hin von der Regierung erklärt, „uns soll es lieb sein, wenn das Subjekt hienächst auf eine nützliche Weise beibehalten und employiert werden kann“; in der Folge wurde E. beauftragt, drei Jahre lang das Braunschweiger-Land zu bereisen und eine Flora desselben vorzubereiten. E. wurde dann 1787 als „Kgl. Grossbritannischer und Churfürstlich-Braunschweigisch-Lüneburgscher Botaniker“ vom kurfürstlichen Hof

Paris, der die Schätze der dortigen und der Londoner Gärten beschrieb).

Von den 24 „Stücken“ der Annalen hat Usteri jedes einem seiner Korrespondenten gewidmet. Wir finden da ausser den schon Genannten noch folgende Namen: Storr (Tübingen), Schreber (Erlangen), Eschenbach (Leipzig), Linck (Rostock), Schinz (Zürich), Millin (Paris), Schrader (Göttingen), Gmelin (Göttingen), Jussieu (Paris), Lamarck (Paris), „Burger“, Capelle (Bordeaux 1799), Desfontaines (Paris).

Magazin und Annalen bieten uns ein interessantes Spiegelbild der damaligen botanischen Bestrebungen. Die Tätigkeit Usteris in den letzten Dezennien des 18. Jahrhunderts fällt in eine Entwicklungsperiode der Botanik, die hauptsächlich durch drei Momente charakterisiert ist: Auf dem Gebiet der Ernährungslehre warfen die wichtigen Entdeckungen von Ingenhouss, Senebier, Bonnet und de Saussure über die Rolle der grünen Blätter ein ganz neues Licht auf dieses Gebiet. In den Fragen der vielumstrittenen Sexualtheorie hatte im Jahr 1760 Koelreuter, auf die Arbeiten von Camerarius aufbauend, seine klassischen Bastardierungsversuche durchgeführt und Rektor Konrad Sprengel 1793 seine ganz neuen grundlegenden Beobachtungen über die Bestäubungseinrichtungen der Pflanzen publiziert. Die damalige Systematik kann als ein nachlinnéisches Epigonentum bezeichnet werden: einerseits war man bemüht, das künstliche System Linnés auszubauen und auszufeilen durch eifriges Sammeln und Beschreiben neuer Arten von Phanerogamen und Kryptogamen und durch Bereinigung der Terminologie, anderseits knüpfte man an 'die schon vom Altmeister Linné vorgezeichneten Bestrebungen an, die natürlichen Verwandtschaften der Pflanzen in neuen Systemen zum Ausdruck zu bringen.

---

angestellt. Er setzte nun in sehr ergebnisreicher Tätigkeit seine Arbeiten in floristischer und systematischer Botanik fort, gab zahlreiche „Exsiccata“ heraus und stellte in seinen „Beiträgen zur Naturkunde“ (7 Bände, 1787—1792) eine grosse Zahl neuer Gattungen und Arten von Kryptogamen und Phanerogamen auf, von denen viele der Kritik Stand gehalten haben.

Als er im Jahre 1795 gestorben war, sandte seine Witwe alle seine Manuskripte, die die Materialien zu einer ganzen Reihe von Publikationen enthielten, an Usteri nach Zürich; es war eine ganze Kiste voll. Dieser publizierte daraus eine Selbstbiographie Ehrharts (Annalen, 19 Stück, Seite 1) und versprach in der Vorbemerkung dazu, aus den Manuskripten noch einen Band der „Beiträge“ zusammenzustellen. Es lagen dafür noch 976 „Botanische Zurechtweisungen“ bereit, ferner auch ein fertiges Manuskript einer „Flora Hannoveriana“. Diese Publikation ist nie erfolgt und die Manuskripte sind spurlos verschwunden. Verfasser hat sich, von Herrn Alpers aufgefordert, seinerzeit vergeblich bemüht, über ihren Verbleib Aufschluss zu erhalten; weder bei Herrn Oberst Meister in Zürich, der die Briefe Ehrharts an Usteri besass, noch auf der Stadtbibliothek im Usteri-Archiv waren sie zu finden.

Dabei ist freilich unter „natürlicher“ Verwandtschaft nicht etwa Blutsverwandtschaft im Sinne der Deszendenztheorie zu verstehen, sondern „natürlich“ im Gegensatz zu den „künstlichen“ Systemen, die nur auf einen oder wenige Charaktere sich gründen, soll die gesamten Beziehungen der Arten zueinander zum Ausdruck bringen. Das Dogma von der Konstanz der Arten bildete die unverrückbare Grundlage. Sagt doch Medicus, der Intimus Usteris: „Eine Blutsverwandtschaft gibt es nur innerhalb der Individuen einer und derselben Art“. Der Streit beim Ausbau des Linnéschen Systems im Sinne der natürlichen Gruppierung drehte sich hauptsächlich um die Frage, ob eine lineare Anordnung oder eine vielseitige Beziehung das richtige sei. Medicus verteidigte das letztere, Jüssieu in seinen berühmt gewordenen „Genera Plantarum“ das erstere. Usteri gab ihm recht und nahm in seine Annalen ein Resumé seiner Arbeit von La Methrie auf, das uns vielfach ganz darwinistisch anmutet. Heisst es doch dort u. a.:

„Le naturaliste cherche à découvrir les rapports qui peuvent exister entre les êtres. Ainsi en commencent par les animaux et prenant l'homme pour premier terme de comparaison, on lui retrouve une telle ressemblance avec les singes, que la nuance est insensible. Il y a plus de différence entre tel homme et tel homme que de tel homme à tel singe. Descartes ou Newton était plus éloigné d'un Hottentot que cet Hottentot ne l'est du pungos. L'homme doit être regardé comme la première espèce de singe, qui en se civilisant a acquis une force immense et a conquis la terre sur toutes les autres espèces d'animaux. Il serait curieux de savoir si le commerce des singes avec les femmes des hommes, qu'on dit avoir lieu souvent en Afrique est fécond . . .“

In diesen merkwürdigen Ausführungen scheint ein Kern von Deszendenzlehre zu stecken: aber die Idee der allmählichen Entwicklung ist schon dadurch ausgeschlossen, dass die Reihe mit dem höchsten statt mit dem niedersten Organismus beginnt!

Die Stellung Usteris zu den aktuellen Fragen seiner Zeit war die folgende: er schätzte die Sammler und Systematiker hoch ein, verteidigte die Kritiker Linnés gegen die extremen „Linnéisten“, tadelte die Terminologie-Manie, pries die Physiologie als die höchststehende Disziplin und bekämpfte energisch die Auswüchse der Naturphilosophie.

Verfolgen wir ihn näher bei seiner Arbeit!

Die eigene wissenschaftliche Produktion Usteris trat, wie schon betont, gegenüber der referierenden, redaktionellen, kompilatorischen und kritisierenden ganz in den Hintergrund. An der floristischen Erforschung seiner Heimat beteiligte er sich kaum; von einem Herbarium ist zwar nirgends die Rede, er muss aber doch ein solches angelegt haben, da ihm Ehrhart wiederholt „Dekaden“ seiner getrock-

neten Pflanzen schickt und von Usteri dafür getrocknete Schweizerpflanzen erhält (siehe Alpers, Fr. Ehrhart, Seite 295—328, wo alle Briefe Ehrharts an Usteri abgedruckt sind, aus dem Usteri-Archiv der Zürcher Stadtbibliothek, jetzt Zentralbibliothek). Hegetschweiler, der in einer Abhandlung „Von einigen Hilfsmitteln für reisende Botaniker", Zürich 1831, wertvolle Aufschlüsse über damals in der Schweiz vorhandene Herbarien gibt, erwähnt von Usteri nur die „ausgesuchte botanische Bibliothek", während von Römer das reiche Herbarium von 16000 Spezies gerühmt wird.

Die Originalarbeiten Usteris sind folgende:

1. Römer und Usteri, Nachtrag und Fortsetzung der Linnéischen Sammlung botanischer Systeme. — Mag. der Bot. 1, 1787 S. 1—15.

Von diesen gemeinsamen Arbeiten sagt Usteri in einem Brief, dass es schwer wäre, den Anteil jedes der beiden herauszuschälen. Hier wird gegen die lineare Anordnung im natürlichen System polemisiert, die unendlich vielseitigen gegenseitigen Beziehungen der Pflanzen zueinander seien am besten durch das Studium der verschiedenen vorgeschlagenen Systeme zu erreichen. Es wird dann das neue System von Allioni eingehend vorgeführt. Die versprochene Fortsetzung ist nie erschienen, wie überhaupt Usteri öfters angefangene Unternehmungen nicht zu Ende führte, wohl infolge seiner vielseitigen Inanspruchnahme.

2. R. u. U. Observationum botanicarum sylloge prima. Ebenda, S. 49—54 Kleine morphologische Beobachtungen an Pflanzen des botanischen Gartens. Die „proxime" versprochene „continuatio" ist nie erschienen.

3. R. u. U. Von einigen monströsen Pflanzen. Ebenda S. 55—60, beschreibt den *Ranunculus bellidiflorus* Johannes Gessners, einen botanischen Scherz (einen Hahnenfuss mit angesteckten Bellisköpfchen) und eine analoge, dem Verfasser zugesandte Mystifikation (eine Umbellifere mit Bellisköpfchen). Es werden diese Monstra ganz im Sinne Gessners als Verwachsungen betrachtet, wie sie sogar noch Willdenow auffasste. Erst Hegetschweiler hat viel später die Sache aufgeklärt.

4. Usteri, Einige Bemerkungen über den Vortrag und die Lehrmethode der Botanik. Mag. d. Bot. 6, 1789, S. 3—15.

Hier beklagt sich der Verfasser bitter über die geistlose Methode vieler zeitgenössischer Professoren, nur Terminologie zu lehren. Er führt ein ganz ergötzliches Beispiel dafür an, das sich auf seinen Göttinger Lehrer, den berüchtigten Ritter von Murray bezieht:

„Freilich leichter lässt sich kein Kollegium wohl lesen als das Collegium Botanices, so wie wir es im Sommer 1788 auf vielleicht der allerneuesten Akademie

selbst anzuhören das Glück hatten: Der Herr Professor sass an einem mit Pflanzen ganz belegten Tisch, ihm zur Linken sein Gärtner: seine Exzellenz lasen aus dem Jacquinschen Compendium eine Definition der verschiedenen botanischen Kunstwörter nach der andern vor, wandten sich dann nach der Linken hin, wo der Herr Collega auf dem Tisch das Blatt, die Corolla usw., die nun eben war abgelesen worden, aufsuchen und dem Herrn Demonstrator einhändigen musste, welcher sie dann an die Zuhörer auszuteilen geruhte; bisweilen schien die Sache ihrer Exzellenz nicht ganz richtig zu sein . . . . . Doch — Verzeihung dieser kleinen Abschweifung, die eigentlich in die Chronique scandaleuse eines berüchtigten neuentdeckten Landes gehörte."

Sein Programm für ein botanisches Kolleg fasste er folgendermassen zusammen:

a) Erklärung und Erläuterung recht vieler künstlicher Systeme, nach Oeder, Adanson, Linné usw.
b) Kommentar über die Lehren der Botaniker „de Planta describenda".
c) Genaueste und sorgfältigste Zergliederung und Physiologie der sämtlichen Fruktifikationsteile (hier wird vor allem Medicus als Führer empfohlen).
d) Die allgemeine vegetabilische Physiologie.
e) Übersicht der Geschichte und Literatur der Wissenschaft.

Ausser in den Periodica hat Usteri seine Tätigkeit als Verbreiter seltener Schriften auch in einigen Einzelwerken ausgeübt:

5. „Delectus Opusculorum Botanicorum edidit notisque illustravit Paulus Usteri, Med. et Chir. Dr. Soc. Nat. Curios. Turic. et Halens. et Colleg. Med. Nancy Sodal. 2 vol. (Strassburg, akadem. Buchhandlung, 1790 und 1793).

Der erste Band ist Willdenow, der zweite dem spanischen Abbé Cavanilles gewidmet. Die beiden Oktavbändchen enthalten 22 kleine Abhandlungen ohne grosse Bedeutung, davon 2 noch unpubliziert (von Willdenow und Schrank). Es sind schwedische, französische, holländische, böhmische und deutsche Quellen, aus denen diese sämtlich lateinisch geschriebenen Artikel entlehnt sind.

Usteri war ein grosser Verehrer von Jussieu; von dessen Hauptwerk, den „Genera plantarum", publizierte er eine mit Anmerkungen und Zusätzen versehene Ausgabe unter dem Titel:

6. Antonii Laurentii de Jussieu, Regi a Consil. et Secr. M. etc. etc. Genera plantarum secundum Ordines naturales disposita juxta methodum in horto regio Parisiensi exaratum anno 1774. — Recudi curavit notisque auxit Paulus Usteri etc. 8 vol. Turici Helvetorum sumpt. Ziegleri et filiorum 1791. Das Buch ist Friedrich Ehrhart gewidmet.

Endlich hat Usteri noch bei einer Biographie Gleditschs mitgewirkt:

7. Willdenow und Usteri, Beiträge zu einer Biographie des verstorbenen Dr. J .G. Gleditsch. 8°. 111 pag. mit einem Bild. Zürich 1790.

Soviel über die Originalmitteilungen Usteris.

Die „Auszüge und Rezensionen“ seiner Periodica betreffen weitaus vorwiegend Arbeiten aus der Morphologie, Systematik und Floristik, entsprechend den vorwiegenden Arbeitsgebieten jener Zeit. Wir finden da z. B. die Dissertationen des gelehrten Abtes Cavanilles fast vollständig reproduziert, ebenso die Arbeiten des Engländers Dickson über Kryptogamen, die Diagnose der von Smith aus dem Linnéschen Herbar abgebildeten Pflanzen, dann zahlreiche, oft sehr wertvolle Auszüge aus Reiseberichten.

Die grosse Wertschätzung, die Usteri der Physiologie entgegenbringt, spricht sich in seiner Behandlung der Arbeiten von Senebier, Ingenhouss etc. aus. Es entspricht ganz dem universellen Zug seines Geistes, dass er immer wieder gegen eine einseitig terminologisch-systematische Richtung Front macht. Gegenüber Linné ist er nicht blind und verteidigt seine Kritiker, besonders Medicus lebhaft gegen die heftigen Angriffe der Linnéisten, an deren Spitze Murray in Göttingen stand. Es entspann sich eine von beiden Seiten äusserst heftig geführte Polemik, in deren Verlauf Murray sogar ein separat im Buchhandel erschienenes „Memorial für den Herrn Paulus Usteri“ publizierte, ein Pasquill niederster Sorte, das Usteri dann boshafter Weise in extenso in das „Magazin“ aufnahm. Es scheint, dass Römer hier nicht mit ihm einig ging; er hat in mehreren von ihm unterzeichneten Rezensionen sich ganz auf die Seite der „Linnéisten“ gestellt. Vielleicht war diese Meinungsdifferenz die Ursache der Trennung der beiden Herausgeber. Auch im Briefwechsel Usteris finden sich Spuren dieser Unstimmigkeiten.

Es mag in der Tat Usteri sich öfters durch sein Temperament zu einer zu scharfen Kritik haben hinreissen lassen. Treffend und mild urteilt sein Biograph Locher-Balber über diese Schattenseite in Usteris Charakter:

„Es lässt sich wirklich nicht leugnen, dass auch aus andern Schriften Usteris aus jener Periode eine Entschiedenheit des Urteils, ein Vertrauen in die eigene Einsicht und eine Neigung zu Reformen in der Wissenschaft hervorleuchtet, deren Grund gewiss mit in der jugendlichen Raschheit des Verfassers zu suchen ist.“

Das für die Systematik und Morphologie so ausserordentlich wichtige Werk von Joseph Gärtner „De fructibus et seminibus plantarum“ (1788—1791), die Grundlage unserer heutigen Karpologie, schätzt auch Usteri sehr hoch ein. Dagegen teilt er mit seinen Zeitgenossen die merkwürdige Verständnislosigkeit für die Arbeit Konrad Sprengels, des Begründers der modernen Blütenbiologie. Wohl

finden wir die vorläufige Anzeige des „philosophisch-botanischen“ Buches durch den Verfasser selbst im „Magazin“, aber das im Jahr 1793 erschienene Werk „Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau der Blumen“ wird in den Annalen nicht besprochen.[1])

Noch sind die „Kupfer“ zu erwähnen, die die „Stücke“ des Magazins und der Annalen zieren. Sie sind ausnahmslos von Joh. Rudolf Schellenberg gestochen und „illuminiert“, dem bekannten äusserst fruchtbaren Winterthurer Maler, dessen naturhistorische Aquarelle berühmt waren. Hat doch selbst Willdenow in Berlin sein grosses Foliowerk über die Amarantaceen in Zürich erscheinen und die Tafeln von Schellenberg erstellen lassen.

Die Verdienste Usteris um den botanischen Garten in Zürich, dem er von 1794—1797 vorstand, schildert O. Heer im Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft vom Jahre 1853 folgendermassen: „Doch erst als 1794 dem Letzteren (d. h. Usteri) die Direktion übertragen wurde, nahm der Garten einen neuen Aufschwung. Durch seinen unermüdlichen Eifer wurden dem Garten eine Menge neuer Pflanzen zugeführt und 1795 eine besondere Anlage für Alpenpflanzen gebildet, welche dem Garten einen eigentlichen Schmuck verlieh“. In seinem Briefwechsel mit Botanikern finden wir in diesen Jahren überall die Spuren seiner Tätigkeit am botanischen Garten, namentlich in Form der Verdankung von Sendungen von Alpenpflanzen an seine Korrespondenten.

Usteris Tätigkeit als Herausgeber und Rezensent brachte ihn mit vielen Botanikern in persönlichen und brieflichen Kontakt. Seine vielseitige Bildung, seine Gewandtheit und Sicherheit im Verkehr und seine grosse Gefälligkeit machten ihn bald beliebt, so dass er sich der Freundschaft zahlreicher hervorragender Männer rühmen konnte. Mit Alexander v. Humboldt unterhielt er einen regen Briefwechsel. Humbold kündigte ihm in einem Brief vom September

---

[1]) Die im achten Stück des „Magazins“ Seite 160 enthaltene Anzeige ist durch ihre rührende Bescheidenheit äusserst sympathisch. Der Verfasser hofft, dass das Buch Nutzen bringen werde 1. dem Botaniker, 2. dem Entomologen, 3. dem Hauslehrer, 4. den Blumenliebhabern, 5. den Liebhabern physiko-theologischer Schriften. Und zum Schlusse heisst es: „Übrigens besteht dieses Buches kleinster Wert in dem, was es enthält, sein grösster in dem, was es nicht enthält. Denn obgleich in demselben gar artige Entdeckungen vorkommen, so sind dieselben doch nur eine Kleinigkeit, ein wahres Minimum gegen diejenigen herrlichen Entdeckungen, welche künftig von philosophischen Botanikern, durch dasselbe auf die rechte Spur gebracht, werden gemacht werden. Dieses sage ich mit grosser Zuversicht voraus. Und mit diesem besten Teil meiner Ankündigung schliesse ich dieselbe. Spandau, den 4. August 1789.

Die Zuversicht Sprengels hat sich bewährt: aber das Werk musste lange auf den „philosophischen Botaniker“ warten, der es zu den wohlverdienten Ehren zog: es war kein geringerer als Darwin (1862).

1789 an, dass Cavanilles eine hübsche Pflanze von Afrika auf seinen Namen getauft habe.[1])

Neben der literarischen Tätigkeit Usteris steht glänzend da sein Wirken in der Zürcherischen und in der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Für Organisation und Leitung solcher Vereinigungen, für anregendes Wirken innerhalb derselben war er wie geschaffen.

Seine Leistungen für die zürcherische Gesellschaft haben in der Festschrift zum 100jährigen Jubiläum unserer Gesellschaft im 41. Band dieser Zeitschrift durch Prof. Rudio eine eingehende Würdigung gefunden. Wir erinnern hier nur daran, dass er von 1812 bis zu seinem Tode Präsident der Gesellschaft war, dass er mehr als 80 sorgfältig ausgearbeitete Vorträge über Gegenstände aus dem Gebiet der Botanik, Medizin und Physik hielt, daneben zahlreiche kleinere Miteilungen über Rezensionen, Reiseberichte, Biographien etc. Über seine anregende Wirkung als Diskussionsredner sagt Locher-Balber treffend:

„Ausser seinen eigenen wissenschaftlichen Arbeiten und Mitteilungen aber wird den Mitgliedern dieses und aller Vereine, an denen er teilnahm, noch in lebhaftem Andenken seyn, wie er so zu sagen an jeden behandelten Gegenstand Reflexionen zu knüpfen wusste, welche an sich schon mannigfache Belehrung, Interesse, Anregung gewährten, und durch die Form, durch die Klarheit und logische Ordnung, welche alle seine mündlichen, vorbereitet und unvorbereitet gehaltenen Reden, wie die schriftlichen Vorträge auszeichnete, noch mehr Wert erhielten. Wenn er auch selbst weit davon entfernt war, auf Universalgelehrsamkeit Anspruch zu machen, wenn er auch nicht in allen Fächern zu den Geweihten gehörte, so war er doch mit sehr vielem gründlich vertraut, und besonders in der Geschichte der Wissenschaften ausnehmend bewandert, und sein ausserordentlich sicheres Gedächtniss bot ihm in dem reichen Schatz seiner Kenntnisse fast bei jedem Gegenstand, der behandelt wurde, irgend eine beachtenswerte Nachricht, Berichtigung

---

[1]) Nicht weniger als vier verschiedene Botaniker dachten ihm die Ehre zu, eine Pflanzengattung nach ihm zu benennen: Cavanilles, Willdenow, Medicus und Dennstedt.

Die in der Literatur einzig erhalten gebliebene Gattung *Usteria* (Familie der Loganiaceen) wurde von Willdenow aufgestellt im „Magazin für Botanik" vom Jahr 1790, Seite 150, und in den „Schriften der Gesellschaft Naturforschender Freunde, Berlin, Band 10, 1792. Es existieren zwei Arten: *Usteria guineensis* Willd. und *Usteria volubilis* Afzel, beide im tropischen Afrika zu Hause.

Als nicht mehr gültige Namen sind jetzt zu Synonymen geworden folgende Usterien:

Usteria hyacinthifolia Medicus = *Scilla festalis* Salisbury; *Usteria disperma* Medicus = *Scilla hispanica* Miller; *Usteria scandens* Cavanilles (eben die von Humboldt angekündigte). Sie heisst jetzt *Maurandia semperflorens* Jacquin (Familie der Scrophulariaceen) und gehört einem als zierliche Schlingpflanzen beliebten und viel kultivierten Geschlecht an. *Usteria antirrhiniflora* Poiret = *Antirrhinum maurandioides* A. Gray; *Usteria racemosa* Dennstedt = *Acalypha paniculata* Miquel.

oder dergleichen dar, und wenn diess auch nicht der Fall war, so liess ihm sein scharfer Verstand und die umfassende Einsicht namentlich in den Organismus der Wissenschaft doch jedem Gegenstand eine interessante Seite abgewinnen. Er besass eine bewundernswerte Geschicklichkeit, einen Gegenstand nicht nur für sich, sondern im Verhältniss zu andern Teilen oder zum Ganzen der Wissenschaft aufzufassen und interessante Beziehungen aufzufinden, wodurch derselbe für das praktische Leben von Bedeutsamkeit werden, und zu neuen Forschungen Veranlassung geben, Anderes beleuchten, oder durch anderes neues Licht gewinnen konnte."

Die Gründung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft [1]) fiel in eine Zeit, in welcher Usteri auf der Höhe seines Ansehens als Gelehrter und insbesondere als Staatsmann stand. Er figurierte selbstverständlich auch auf der Liste der nach Genf zur konstituierenden Versammlung Eingeladenen, musste aber absagen, da er am gleichen Tage die Zürcherische Ärztegesellschaft zu präsidieren hatte.

An der zweiten Versammlung der neugegründeten Gesellschaft im Oktober 1816 in Bern wurde Zürich als Versammlungsort bestimmt und Staatsrat Usteri als Präsident, Hofrat J. C. Horner als Vizepräsident und Prof. Heinrich Rudolf Schinz als Sekretär bezeichnet. Die Versammlung in Zürich fand am 6. bis 8. Oktober 1817 statt und vereinigte trotz des rauhen Herbstwetters (es schneite sogar während der Sitzung!) 83 Naturforscher aus 14 Kantonen und dazu noch 4 auswärtige Gelehrte.

Usteri leitete die Versammlung mit einer zweistündigen meisterhaften Rede ein, „un des plus remarquables discours, au point de vue des idées générales qui ait jamais été prononcé devant notre association" (Jubiläumsschrift von 1915, pag. 14).

Einleitend hebt der Redner die grossen Vorteile hervor, welche aus dem gegenseitigen Kontakt der schweizerischen Naturforscher, dem gegenseitigen Kennenlernen von Land und Leuten für Wissenschaft und Vaterland entspringen.[2])

Dann folgte ein geschäftlicher Teil: Da damals noch der wechselnde Jahrespräsident zugleich die Funktionen eines Zentralpräsidenten versah, gab Usteri zunächst einen Bericht über die Ausführung

---

[1]) Die Geschichte dieser Gesellschaft ist ausführlich beschrieben in dem inhaltsreichen „Jubiläumsband" zum 100jährigen Gedenktag, Band 50 der „Neuen Denkschriften" der S. N. G., 1915.

[2]) Eine hübsche Illustration zu diesen Ausführungen bringt Aug. Pyrame de Candolle in seinen „Mémoirs et Souvenirs" (Genève 1862, p. 354): er besuchte die Versammlung in Aarau anno 1823 und logirte dort beim Aargauer Landammann Herzog. Abends sass er im Gespräch zusammen mit diesem, dem Landammann von St. Gallen Müller v. Friedberg und Prof. Merian v. Basel. „Nous représentions ainsi quatre points assez différents de la Suisse ... Nous passions en revue tous les points principaux de l'organisation politique et sociale et j'ai plus appris sur la Suisse dans ces veillées chez M. Herzog que dans le reste de ma vie!"

der dem Zürcher Komitee von der letztjährigen Versammlung in Bern erteilten Aufträge: Gewinnung neuer Mitglieder, Bereinigung der in Bern entworfenen Statuten (an denen aber das Zürcher Komitee nur ganz unwesentliche Änderungen angebracht hatte!), Auswahl einer Preisfrage unter 13 Vorschlägen, vorläufige Übertragung der Publikation eines Bulletins an Herrn Prof. Meister in Bern und Entwürfe für Siegel und Diplom der Gesellschaft. Wichtiger als das sind aber die neuen Anregungen, die Usteri vorbringt: es soll später, wenn genügend Stoff vorhanden sein wird, zur Herausgabe eigener Denkschriften geschritten werden. Dann betont Usteri in gehobener Sprache, dass neben der Herstellung des Kontaktes zwischen den Naturforschern und der Kenntnis ihrer Hilfsmittel doch als ein Hauptzweck der Gesellschaft die Anhandnahme grösserer gemeinsamer Arbeiten zu erstreben sei zum Nutzen des Landes. Solche gemeinsamen Arbeiten werden am besten gelingen, „wenn wir nach und nach jene Gegenstände sorgfältig ausheben, für deren Bearbeitung die Kräfte mehrerer.. Mitglieder sollen in Anspruch genommen werden..., wenn für diese Bearbeitung von einsichtsvollen und erfahrenen Männern jedes Faches der Entwurf vorgezeichnet [1]) und wenn die fortgehende Leitung der Arbeit von Zentralbeamten ausgehen, die jedoch alsdann .. ein fester Kern sein müssen".

Man kann wohl sagen, dass Usteri mit diesen Anregungen, die die Denkschriften, die Übernahme grösserer vaterländischer Arbeiten unter einer Zentralleitung und mit Hilfe von Kommissionen betreffen, der Gesellschaft die Wege vorgezeichnet hat, auf denen sie ihre reichen Erfolge errang.

An diese Berichterstattung schloss sich eine gedrängte Übersicht über das im verflossenen Jahr in den verschiedenen Kantonen im Gebiet der Naturwissenschaft und ihrer Anwendungen Geleistete. Usteri gibt hier ein lebendiges und vollständiges Bild des geistigen Lebens der damaligen Zeit auf diesen Gebieten unter Aufführung der meisten in ihnen tätigen Männer, der Gesellschaften, der Unterrichtsanstalten, Museen, Privatsammlungen, der erfolgten und der geplanten Publikationen. Auch Forst- und Landwirtschaft, Medizin und gemeinnützige Werke werden berührt, wie z. B. die Bestrebungen von Hofwyl, die Linthkolonie etc. Bei der Besprechung der zürcherischen Verhältnisse werden die Sammlung der physikalischen Gesellschaft und von Privatsammlungen die zoologische, insbesondere ornithologische von Heinrich Rud. Schinz, die entomologische von

[1]) Damit wird die Schaffung von Kommissionen angedeutet!

Schulthess, die botanische von J. J. Römer, die mineralogische von Diethelm Lavater und H. C. Escher von der Linth erwähnt. Ferner wird der Wunsch ausgesprochen, dass Letzterer sich doch entschliessen möchte, seine reichen geologischen Beobachtungen zu publizieren, ebenso Hofrat Horner seine Reiseberichte, Chorherr Schinz die phytographischen Tafeln Joh. Gessners und Ebel die Fortsetzung seiner „Schilderung der Gebirgsvölker der Schweiz“. — Es tritt in dieser Übersicht so recht deutlich der staatsmännische und patriotische Geist Usteris hervor, der auch gemeinnützige Werke in den Bereich der Tätigkeit der Gesellschaft zieht.

An die Erwähnung der stillen eifrigen Beobachtungstätigkeit der schweizerischen Naturforscher knüpft Usteri im dritten Teil seiner Rede eine scharfe Polemik gegen das Überwuchern einer ungesunden Spekulation über die solide Empirie, ein Lieblingsthema des Redners. Mit einem warmen Nachruf auf zwei verstorbene Mitglieder, die Ärzte Louis Odier von Genf und Hans Caspar Hirzel jr. von Zürich, schliesst die Rede.

Usteri beteiligte sich auch weiterhin eifrig an den Arbeiten der Gesellschaft. 1825 brachte er in Solothurn schriftlich den Antrag ein, eine Kommission für die Untersuchung der schweizerischen Thermalquellen zu wählen, was dann auch geschah. Anno 1826 beteiligte er sich mit Joh. Ulrich Sprecher von Bernegg und Fréd. César de Laharpe an der Versammlung in Chur, die durch die Anwesenheit dieser bedeutenden Staatsmänner einen besondern Glanz erhielt. Usteri berichtete an derselben über die Resultate seines Freundes Hegetschweiler über die Arten der Weiden.

In Chur kamen auch die von Usteri angeregten Fragen der Denkschriften und der Schaffung eines dauernden Komitees zum Austrag. Schon im vorhergehenden Jahr hatte man auf der Versammlung in Solothurn beschlossen, für die Angelegenheit der Publikationen „die Gefälligkeit und die erprobten Kenntnisse und Einsichten der Mitglieder und der Kantonalgesellschaft in Zürich“ (d. h. wohl insbesondere Usteris!) in Anspruch zu nehmen und von denselben Vorschläge zu erbitten. In Chur wurde dann der Entwurf der Zürcher zunächst vom dortigen Komitee geprüft und nach einer nochmaligen Umarbeitung durch Usteri in der Versammlung vom 27. Juli gutgeheissen. Dieser Beschluss enthält die Vorschriften für die Herausgabe der Denkschriften und ruft gleichzeitig einem bleibenden Generalsekretariat, das auch die Redaktion der Denkschriften besorgen soll. In derselben Versammlung wurde das neugeschaffene beständige Komitee bestellt aus Staatsrat Usteri, Hofrat J. C. Horner und Prof. H. R. Schinz in Zürich.

So war also Usteri der erste Zentralpräsident und der erste Redaktor der Denkschriften der S. N. G.

Die Eröffnungsrede Usteris bei der zweiten Versammlung in Zürich anno 1827 gibt zunächst eine ganz kurze Übersicht über den Gang und die Leistungen der Gesellschaft in den seit der ersten Zürcher Versammlung verflossenen zehn Jahren, erwähnt die von Kasthofer und Venetz gelösten Preisfragen, schildert die Arbeiten der Kommissionen und kantonalen Gesellschaften und knüpft daran eine begeisterte Lobpreisung des veredelnden Einflusses der Naturwissenschaften. Es wird dann als einschneidender Anderung in der Organisation der Gesellschaft eben jenes Generalsekretariates gedacht, dem er nun vorsteht, und endlich der echt Usteri'sche Plan entwickelt, die landwirtschaftliche Sektion straffer zu organisieren und jeweilen den dritten Tag der Versammlung ganz der Landwirtschaft zu widmen.

Diesem geschäftlichen Teil folgt dann eine Übersicht über einige Hauptergebnisse im allgemeinen Gang der Naturerkenntnis: es werden die neuen und fruchtbaren Entdeckungsreisen erwähnt, an denen von Schweizern Rengger und Longchamp (Paraguay) sich beteiligten, dann die Prachtwerke, welche diese Reisen und ihre Ergebnisse schildern.[1]) Daneben werden aber auch die Reisenden im eigenen Land gepriesen: Kasthofer, Hegetschweiler, Brunner, Hirzel, Escher, Rengger, Merian, Studer.

Die Bereicherung unserer Kenntnisse an positiven Tatsachen führt den Redner wiederum, wie vor zehn Jahren, auf den Kampfplatz gegen einseitige Spekulationswut. Hier konstatiert er mit Genugtuung, dass

„jene Verirrungen einer anmasslichen Spekulation, die unter dem missbrauchten Namen der Naturphilosophie der Wissenschaft eine kurze Zeit Nachteil und Unehre brachten, und gegen deren Verführungen jugendlicher Geister zu warnen vor zehn Jahren noch Ursache gefunden werden mochte, nun beinahe überall verschwunden sind. .... Wir ehren die Naturphilosophie, wenn sie wie ihr Begründer und der ihr den Namen gab, der britische Weltweise Baco, gefordert hat, eine Interpretatio und nicht eine Anticipatio naturae ist, oder wie ein neuer und echter Naturforscher Treviranus in der Biologie sich ausdrückt, der Weg der durch Nachdenken geleiteten Erfahrung ist; damit wird dann für immer und überall jenem Gaukelspielen mit bunten Bildern, dem Schellengeklingel mit vieldeutigen und hochtönenden Worten und dem Mystizismus, diesem stets bereitwilligen Diener der Unwissenheit für allerlei List und Trug — die Türe gewiesen."

---

[1]) Es muss zum Ruhm des damaligen Leiters der Zürcher Naturforschenden Gesellschaft (eben Usteris!) gesagt werden, dass er dafür sorgte, dass diese Prachtwerke in unserer Bibliothek reichlich vertreten sind. Wir besassen in der Tat einen wahren Schatz von schön ausgestatteten Reisewerken in unserer Bibliothek, die jetzt in die Zentralbibliothek übergegangen sind.

Eine andere Klippe, die sich der gesunden Entwicklung der Naturwissenschaft entgegenstellt, beruht nach Usteri in der einseitigen Klassifikationssucht, in dem Bestreben,

„das Studium der Natur durch das Studium der Methode zu verdrängen und die Zeit und die Kräfte, welche jenem gewidmet sein sollten, auf die Würdigung und die Kritik von Registrierarbeiten zu verwenden, die im besten Fall doch stets nur ein zeitliches Fachwerk sein können."

Wohl hat der Genius Linnés durch eine klare Kunstsprache, durch eine einfache Benennung und eine übersichtliche systematische Anordnung hier Wandel geschaffen, und es sollte dadurch Zeit gewonnen sein für jene Bestrebungen, die er selbst als das Ziel bezeichnete, das natürliche System. Aber seine blinden Nachbeter haben der Wissenschaft Unheil gebracht; in folgenden Worten gegen diese Nachbeter erkennen wir den Freiheitsdrang Usteris:

„Die Nachteile, welche nicht Linnés Geist und Verdienst, hingegen aber seine Alleinherrschaft, nach dem Tode viel mehr als während seines Lebens gebracht hat, sind diejenigen, welche jeder Absolutismus der Herrschaft, jede Alleingewalt und Willkür, wie im Leben und in der Staatsgesellschaft überhaupt, so auch in Wissenschaft und Kunst, durch Erschlaffung und Lähmung der Geister, durch Ertödtung ihrer selbstständigen und wetteifernden Tätigkeit herbeiführen."

Als Wortführer der selbständigen Geister, die Linné zu kritisieren wagten, wird der Schweizer Botaniker Friedrich Ehrhardt aus Holderbank, später in Herrenhausen, gerühmt. Doch nun entwickelte sich eine dritte Klippe in der Sucht, die Spezies zu vermehren, in dem verderblichen Treiben der „Multiplikanten", denen in scharfer Reaktion die „Reduzenten" entgegentraten, welche namentlich sich bestrebten, die durch Wirkungen des Milieus bedingten Abänderungen zu erforschen. Hier windet Usteri, ohne ihn zu nennen, seinem jüngern Freund Hegetschweiler einen wohlverdienten Kranz.

Die Rede klingt aus in eine Betonung des Wertes auch der kleinsten positiven Arbeit auf dem Gebiet der Naturwissenschaft und in eine schöne Darlegung der Aufgabe der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft:

„Unsere Gesellschaft aber wird als eine sorgsame Pflegerin und Sammlerin den einzelnen Leistungen nachspüren, um von allen Kenntniss zu nehmen, sie wird dieselben ehren und aufmuntern, sie wird durch freien Ideenaustausch und durch einsichtige Kritik zu neuen oder vervollkommneten Leistungen Anregung geben und den Mittelpunkt bilden, wo der Austausch aller Arbeiten und ihre Ausbildung zum harmonischen Ganzen vollbracht werden mag. Was bisher von unserem Verein in dieser Weise nicht ohne Erfolg ist geleistet worden, bürgt jeden grössern Erfolg, in dem Verhältniss der stets fester und kräftiger zu knüpfenden Vereinbarung.

Für diesen Zweck sind Sie, verehrte Kollegen, theure Freunde, heute wieder zusammen getreten. Indem ich Sie Namens meiner Mitbürger, die sich durch Ihren zahlreichen Besuch geehrt fühlen, mit ausgezeichneter Achtung und Freude, Namens

Ihrer Zürcher Kollegen aber mit herzlicher Freundschaft und Liebe begrüsse, erkläre ich die dreizehnte Jahresversammlung der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften für eröffnet! ...

Die Dienste, die Usteri von 1827 bis zu seinem Tode noch der Gesellschaft leistete, waren sehr bedeutend. Das „Generalsekretariat“ blieb unter seinem Vorsitz; er leitete auch die Gründung der „Denkschriften“, deren ersten Band (1819) er mit einem bemerkenswerten Vorwort eröffnete. Den zweiten Band (1833) erlebte er nicht mehr.

Überblicken wir noch einmal im Zusammenhang die Leistungen Usteris auf dem Gebiet der Naturwissenschaft und deren Förderung:

Auf seinem Lieblingsgebiet, der Botanik, lag sein Hauptverdienst darin, dass er als Herausgeber von Zeitschriften, als Rezensent, durch Wiederabdruck seltener Schriften und als Sammler literarischer Nachrichten seinen Zeitgenossen eine neue, reiche und sehr geschätzte Quelle wissenschaftlicher Information bot, in Morphologie, Systematik und Floristik, in angewandter Botanik und, wenn auch in geringerem Grade, in Physiologie und Anatomie. Seine Journale sind auch heute noch wertvoll als ein Spiegelbild der botanisch-wissenschaftlichen Bestrebungen in den letzten Dezennien des 18. Jahrhunderts.

Seiner Vaterstadt wurde durch ihn und seine Freunde: H. C. Escher v. d. Linth, J. J. Römer, Christ. Sal. Schinz, Heinr. Rud. Schinz, Leonh. Schulthess, Joh. Gottfr. Ebel, Joh. Hegetschweiler der durch Conrad Gessner, Joh. Jak. Scheuchzer und Joh. Gessner begründete Ruf eines wissenschaftlichen Zentrums für die Naturwissenschaften erhalten und gemehrt.

Der Naturforschenden Gesellschaft Zürichs leistete er als langjähriger Präsident, als anregender geistiger Leiter und als Direktor ihres botanischen Gartens unvergängliche Dienste.

Der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft gab er bei seiner zweimaligen Leitung der Jahresversammlungen durch gehaltvolle Reden kräftige Impulse, hob durch das Gewicht seiner hervorragenden Persönlichkeit ihr Ansehen, zeichnete ihr in grosszügiger Weise ihre eigensten Aufgaben vor, leitete jahrelang als Zentralpräsident ihre Geschäfte und wies sie immer wieder auf ihre vaterländischen Ziele hin.

So haben auch die schweizerischen Naturforscher guten Grund, Paul Usteri, den bedeutenden Staatsmann, als einen der Ihrigen in dankbarem Andenken zu bewahren. Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft gedenkt an ihrer 99. Jahresversammlung pietätvoll der 100jährigen Wiederkunft des Tages, an welchem Usteri zum ersten Male in ihre Geschicke eingriff.

Aus dem zoologisch-vergleichendanatomischen Laboratorium
der Universität Zürich.

Beiträge zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Brustschulterskelettes der Vögel.

Von

Walter Knopfli.

(Als Manuskript eingegangen am 13. Januar 1917.)

Der auffällige Bau des Brustschulterskelettes der Vögel hat schon oft die Aufmerksamkeit der Zoologen und Anatomen auf sich gelenkt. Es sei hier nur an die Abhandlungen von Geoffroy St. Hilaire (1807 und 1832), Cuvier (1832), L'Herminier (1836), Blanchard (1859), W. K. Parker (1868), Fürbringer (1888), etc. erinnert. Alle diese Arbeiten befassen sich ganz oder fast ausschliesslich mit der Morphologie, dem systematischen Wert, den Beziehungen zwischen den feineren Ausprägungen des Brustschulterapparates und der Lebensweise der betreffenden Vögel, oder sie wenden ihr Studium allein dem Verknöcherungsprozess der in Frage stehenden Skelettelemente zu. So interessant und wertvoll für die weitere Forschung diese älteren grundlegenden Untersuchungen sind, so fehlten doch bis heute fast völlig eingehende, zusammenhängende Beobachtungen über den gesamten Entwicklungsverlauf dieses Skelettabschnittes. Im allgemeinen waren bis jetzt nur einzelne wenige, aus dem Entwicklungsgang herausgerissene Stadien bei Anlass einer allgemeinen embryologischen Untersuchung über eine Gattung oder Art (z. B. von Männich (1902) über Eudyptes, von Zehntner (1890) über Cypselus, von T. J. Parker (1891/92) über Apteryx, von W. K. Parker (1895) über Opisthocomus) dem Studium unterzogen worden. Hin und wieder wurden auch einzelne Entwicklungsstufen nachgeprüft, wenn es galt, für irgend eine Theorie oder Hypothese Beweismaterial zu erhalten (Fürbringer 1888, Goette 1877, Hoffmann 1879, W. K. Parker 1890, usw.). Untersuchungen über den Verlauf der Entwicklung des Brust-

beins und des Brustgürtels hat nur Beatrice Lindsay (1885) angestellt. Doch auch ihre Arbeit ist noch lückenhaft und lässt manche Frage der Beantwortung offen. Auch sind in der Zwischenzeit die Untersuchungsmethoden so verfeinert und ausgebaut worden, dass heute gründliche und exakte Nachprüfungen viel eher möglich sind. Diesem Grunde ist es zuzuschreiben, dass vielfach die Untersuchungsergebnisse dieser Autorin mit den meinigen nicht übereinstimmen. Kulczycki (1901 und 1908) beschränkte sich nur auf embryologische Untersuchungen des Schultergürtels. Da aber besonders über die Entwicklung des sekundären Schultergürtels einander diametral gegenüberstehende Ansichten bestehen, so war auch über diesen Teil eine exakte Nachprüfung sehr erwünscht. Ich nahm mir deshalb vor, den ganzen embryologischen Entwicklungsgang so eingehend und gründlich, wie es mir mit dem vorliegenden Material überhaupt möglich sein konnte, zu verfolgen.

Die Anregung zu dieser äusserst interessanten Arbeit verdanke ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Arn. Lang. Die embryologischen Untersuchungen sind unter Leitung von Herrn Prof. Dr. K. Hescheler ausgeführt worden. Ich möchte deshalb ihm auch an dieser Stelle für seine stets bereitwillige Unterstützung, die er der Ausführung meiner Arbeit zuteil werden liess, meinen verbindlichsten Dank aussprechen. Zu grossem Danke bin ich auch Fräulein Privatdozent Dr. Marie Daiber verpflichtet, die mir durch ihre wertvollen Ratschläge die technische Verarbeitung des Materials wesentlich erleichterte.

An dieser Stelle möchte ich mich auf die Wiedergabe der wesentlichsten embryologischen Resultate meiner Arbeit beschränken. Diese selbst wird als Dissertationsarbeit unter dem gleichen Titel in der „Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft“ erscheinen.

Material und technische Verarbeitung: Zur Untersuchung gelangten vollständige Entwicklungsserien des Haushuhns (*Gallus domesticus* Briss.) und der Hausente (*Anas boscas* L. var. *domestica*). Da die künstliche Brutmethode angewandt wurde, konnte das Alter der Embryonen genau bestimmt werden. Das bedeutete für die Untersuchung einen wesentlichen Vorteil. Die Embryonen von zufällig erhaltenen Wild- und Käfigvögeln waren mir für die Vergleichung und Bestätigung der mit der Untersuchung von Hühner- und Entenembryonen erzielten Resultate ungemein wertvoll. Wie aus der nachfolgenden Liste ersichtlich ist, gehören die untersuchten Embryonen ganz verschiedenen systematischen Gruppen an, was für die Beurteilung der Resultate von grossem Werte ist. Es sind untersucht worden:

1.	Haushühner (Gallus domesticus Briss.) . .	50 Individuen
2.	Hausenten (Anas boscas L. var. domestica) .	35 „
3.	Sperlingsvögel (Passeres)	16 „
4.	Wellensittiche (Melopsittacus undulatus Shaw.)	12 „
5.	Haustauben (Columba livia Bonn. var. domestica)	13 „
6.	Wasserhühner (Fulica atra L.)	8 „
7.	Möwen-Regenpfeifer (Laro-Limicolae) . . .	7 „
8.	Nandus (Rhea spec.)	2 „
	Total	143 Individuen.

Die jüngeren Embryonen wurden zu Schnittpräparaten verarbeitet, während die älteren in toto in Benzol aufgehellt wurden (abgekürztes Verfahren nach Lundvall 1904 und 1905). Vor der Aufhellung wurden die letztgenannten mit einem Knorpelfarbstoff (Methylgrün) gefärbt. Etliche Embryonen, namentlich solche, die in der Entwicklung sehr fortgeschritten waren, behandelte ich noch, um den Verknöcherungszustand festzustellen, mit einer Lösung von Alizarin.

Entwicklung der Rippen: Die Rippen stellen in ihren ersten Entwicklungsstufen Gewebestränge dar, die nur durch dichtere Häufung der Zellen zu dem umgebenden embryonalen Gewebe in Gegensatz treten und offenbar ventrale Verlängerungen der Querfortsätze der Wirbel repräsentieren. Von diesen zweigen sie ohne sichtliche Grenze ab, weshalb sie als Produkte der Wirbel angesehen werden dürfen. Nach meinen Untersuchungen sind deshalb die Rippen der Vögel nicht als selbständige Bildungen zu betrachten, deren Ursprung in den Bindegewebscheidewänden zwischen den Muskeln zu suchen ist, wie dies von vielen Forschern für die Amniotenrippen angenommen wird.

Die Verknorpelung, die sehr bald erfolgt, geht von den Wirbeln aus und schreitet in ventraler Richtung fort. Infolgedessen bleibt auch während dieses Vorganges die Einheitlichkeit von Wirbeln und Rippen bestehen. In den ersten Entwicklungsstufen bildet die Rippe einen einheitlichen, ununterbrochenen Strang, der in dorso-ventraler Richtung verläuft. Die Ausbildung der Interkostalgelenke, wie die Abtrennung der Rippen von den Wirbeln erfolgt erst auf späteren Entwicklungsstufen. Der dorsale, wie der ventrale Rippenteil verknöchert selbständig. Die Verknöcherung ist eine periphere und beginnt je in der mittleren Region der beiden Abschnitte.

Die dem Vogelskelette eigentümlichen Processus uncinati, die als hakenförmige Bildungen vom caudalen Rande der dorsalen Rippen-

abschnitte in dorsaler und caudaler Richtung abzweigen, entstehen nach meinen Untersuchungen unabhängig von den Rippen und verbinden sich erst nachträglich (sekundär) mit diesen. Entsprechend ihrer Entstehungsart besitzen sie sowohl einen eigenen Knorpel-, als auch Knochenherd. Sie treten während der ontogenetischen Entwicklung sehr spät auf. Die Processus uncinati stellen deshalb nach meinen Wahrnehmungen keine echten Fortsätze der Rippen dar, die als Auswüchse aus diesen entstanden sind, sondern Pseudoprocessus, die echte infolge synostotischer Verbindung mit den Rippen vortäuschen.

Entwicklung des Brustbeins: Das grösste Interesse bei diesen Untersuchungen nahm die Entwicklung und Ausbildung des Brustbeins in Anspruch. Seine ersten Spuren habe ich kurz nach dem Auftreten der Rippen beobachtet. Es geht ontogenetisch aus diesen hervor, indem in jeder Körperhälfte die Brustrippen an ihren distalen Enden in ein leistenförmiges Band ausmünden, das quer zu ihnen verläuft und sie miteinander verbindet. Zwischen den Rippen und der entsprechenden Sternalleiste besteht ein inniger geweblicher Zusammenhang. Das Sternum ist mithin paarigen Ursprunges. Anfänglich stehen die beiden Sternalleisten noch weit auseinander, sie werden erst durch eigenes Wachstum in der ventralen Richtung und durch Längenausdehnung der Rippen medialwärts verschoben und dadurch einander genähert. Die costale Herkunft des Vogelsternum wird zwar heute allgemein angenommen. Dessenungeachtet war aber eine exakte Nachprüfung dieser hochwichtigen Frage sehr erwünscht, weil in neuerer Zeit sowohl für das Mammalia-, wie für das Reptilsternum der costale Ursprung von mehreren Forschern geleugnet wurde (Paterson 1901 und 1902, Kravetz 1905, Whitehead und Waddell 1911 und Bogoljubsky 1914). Da das Brustbein der Vögel als ein dem der übrigen Amnioten homologes Gebilde angesprochen wird, so müsste auch sein Bildungsprozess, insofern die Schlüsse, die die erwähnten Forscher aus ihren Untersuchungsergebnissen zogen, zutreffend sind, in keinem genetischen Zusammenhange mit dem der Rippen stehen. Meine Resultate, die ich an einem reichhaltigen Material, das den verschiedensten systematischen Gruppen entnommen war, gewonnen habe, sprechen aber durchaus gegen eine Entstehungsart unabhängig von den Rippen. Infolgedessen muss entweder das Brustbein der Vögel dem der Reptilien und Säuger nicht homolog, sondern bloss analog sein, oder dann sind die Schlussfolgerungen der angeführten Autoren aus ihren Untersuchungen irrige. Ich neige nun eher zur zweiten Auffassung und finde eine Stütze in den Untersuchungsergebnissen von Ruge (1880), Charlotte Müller (1906), Schauinsland (1905), etc.

Die Verknorpelung des Brustbeins geht in kontinuierlichem Zusammenhange mit den Rippenanlagen von diesen aus, was als weiterer Beweis für dessen costale Herkunft angesehen werden kann. Doch verläuft der Prozess beim Brustbein langsamer wie bei den Rippen, weshalb ein gradueller Unterschied in der Gewebedifferenzierung auftritt, was Anlass zu der Auffassung geben kann, dass das Brustbein unabhängig von den Rippen entstehe. Dessenungeachtet besteht zwischen Rippen und dem Brustbein keine absolute Grenze, sondern das Gewebe der Sternalrippen setzt sich direkt in das des Sternum fort. Gegen die zweite Hälfte der Embryonalentwicklung hin, schicken sich die Sternalrippen an, sich von den Leisten zu trennen. Der Abtrennungsprozess wird peripher eingeleitet. Wie zu erwarten, bilden sich zuerst die lateralen Bezirke des Costosternum aus, die sich in unmittelbarer Nachbarschaft der ventralen Rippenenden befinden. Von hier aus dehnt sich die weitere Ausbildung, wie die Verknorpelung des Brustbeins nach allen Richtungen aus. Das stärkste Wachstum kommt zunächst den caudalen Abschnitten der Leiste zu, was zur Bildung des Xiphosternum, des rippenlosen, caudalen Abschnittes des Brustbeins, führt. Dieses stellt deshalb in seiner Hauptausdehnung eine sekundäre Verlängerung des Costosternum dar. Seiner Entstehungsart entsprechend ist es auch nicht im Besitze eigener Knorpelzentren, sondern wird von seinem Mutterboden aus verknorpelt.

Die Ausdehnung der beiden Leisten in medialer Richtung führt zu einer gegenseitigen Annäherung. Diese ist schliesslich so stark, dass die Leisten sich berühren und miteinander in innige gewebliche Verbindung treten, wodurch die einheitliche Brustbeinplatte gebildet wird. Der Verschmelzungsprozess beginnt nach meinen Untersuchungen vorn in der coracoidalen Gegend und schreitet von da in caudaler Richtung fort; infolgedessen bilden die Leisten vor ihrer gänzlichen Vereinigung einen nach hinten offenen spitzen Winkel. Wegen der Ähnlichkeit mit dem ausgeschnittenen Schwanz einer Schwalbe, habe ich diese Entwicklungsstufe Schwalbenschwanzstadium genannt. Infolge der raschen Abwicklung des Verschmelzungsprozesses ist diese Etappe allgemein nur von relativ kurzer Dauer.

Die dem Brustbein der Flugvögel (Carinatae) eigentümliche Crista (s. Carina), die als ein sagittal gestelltes Dreieck der ventralen Fläche des Brustbeins in der Medianlinie aufsitzt, wird nach meinen Beobachtungen von den Sternalbändern aus erzeugt. Die Bildung einer Cristahälfte wird vor der Verschmelzung der Leisten durch ventrale bis ventro-laterale Umbiegung des medialen Randes des entsprechenden Sternalstreifens eingeleitet. Auch die Verknorpelung

der Crista geht von der Sternalplatte aus. Mithin besteht in jeder Beziehung eine völlige Kontinuität der Crista mit der Brustbeinplatte. Irgendwelche Besonderheiten, die auf ein fremdes Gebilde schliessen liessen, das in die Ausbildung des Kiels miteinbezogen wäre, und das als einen Überrest des Episternum (Interclavicula) der Saurier gedeutet werden könnte, konnte ich nicht wahrnehmen. Meine Untersuchungen sprechen deshalb gegen die Annahme vieler Forscher (Goette 1877, Hoffmann 1879, Eggeling 1904), dass die Crista sterni episternaler Herkunft sei. Auch an dem Aufbaue der Spinae anteriores, die in verschiedenartiger Ausbildung mediane, nach vorn gerichtete Fortsätze des vordern Brustbeinrandes repräsentieren, beteiligen sich keine Überreste eines einstigen Episternum. Die Spinae anteriores sind ebenfalls Bildungen der Brustbeinplatte.

Der speziellere Gestaltungsprozess des Brustbeins vollzieht sich unabhängig von dem der Verschmelzung. So können sich die einzelnen Bildungen (Processus, Trabeculae, Impressiones, etc.) an den Leisten bereits vor Beginn ihrer gegenseitigen Verwachsung ausprägen. Zuerst gelangen die vorderen seitlichen Fortsätze des Sternum, die Processus praecostales, zur Entfaltung, die ihre Ausbildung direkten, meistens verloren gegangenen Beziehungen zu Rippen verdanken dürften. So ist die Ausdehnung ihres rippenfreien Abschnittes auch während der ontogenetischen Entwicklungsperiode in starkem Masse von dem Verhalten der vorderen Sternalrippen abhängig.

Die geweblichen Differenzierungen des Xiphosternum, die gewöhnlich einem Vogelbrustbein einen bestimmten, spezifischen Charakter aufdrücken, prägen sich im allgemeinen ziemlich früh während der ontogenetischen Entwicklung desselben aus. So sind die Incisurae [1]) intermediae bei den Hühnern und die Incisurae laterales bei den Enten bereits an den noch getrennten Leisten erkennbar. Die Incisurae laterales des Gallussternum hingegen entdeckte ich erst zur Zeit der Verschmelzung der beiden Sternalbänder. Die Entstehung der Incisuren bei quadriincisen Sterna geschieht aber nicht bei allen Gruppen in derselben Reihenfolge wie bei den Hühnern.

---

[1]) Unter Incisurae obturatae versteht man membranöse Stellen, die nur auf drei Seiten (vorn, lateral und medial) von Knochensubstanz umgeben sind, unter Fenestrae vollständig von Kochensubstanz eingeschlossene membranöse Stellen. Biincise resp. bifenestrate Xiphosterna sind solche, die auf jeder Seite je 1 Incisur resp. 1 Fenster besitzen. Quadriincise resp. quadrifenestrate Xiphosterna hingegen sind solche mit je 2 entsprechenden Bildungen auf jeder Seite. Man spricht von Incisurae (Fenestrae) laterales und intermediae je nach ihrer Lage. Die Knochenspangen werden als Trabeculae (laterales, intermediae) bezeichnet. Die mittlere unpaare Spange heisst **Trabecula mediana.**

Bei den Laridae scheint der umgekehrte Fall vorzuliegen, indem bei ihnen die lateralen Buchten zuerst entwickelt werden; so wenigstens habe ich die vorhandenen Incisuren in den vorliegenden Entwicklungsstadien entsprechend ihrer Lage mit den Incisurae laterales identifiziert. Ähnliche Beobachtungen hat übrigens Lindsay bereits 1885 gemacht. Diese auffallenden Verschiedenheiten sind ein deutlicher Beweis, dass die der Lage nach entsprechenden Differenzierungen bei den verschiedenen Gruppen nicht durchwegs homologe Bildungen darstellen, sondern vielmehr auf Konvergenzerscheinungen beruhen. Mithin dürfen die Bezeichnungen Trabecula (Incisura) lateralis, resp. intermedia, die von Fürbringer gewählt sind, nur als topographische betrachtet werden.

Der Verknöcherungsprozess vollzieht sich gewöhnlich erst postembryonal von mehreren Zentren aus. Wie bereits erwähnt, war die Verknöcherung mehrfach Gegenstand von Untersuchungen, die von hervorragenden Naturforschern des 19. Jahrhunderts vorgenommen wurden (s. einleitende Bemerkungen). Ich verzichtete deshalb, mich eingehender mit dieser Frage zu befassen. Von Interesse für unsere Betrachtungen ist besonders die Feststellung, dass die Verknöcherung nicht, wie die Verknorpelung, von den Rippen ausgeht. Der Knochenzustand des Brustbeins dürfte, wie aus seinem späten ontogenetischen Auftreten zu schliessen ist, phylogenetisch jungen Datums sein und sich unabhängig von dem der Rippen ausgeprägt haben.

Während der Entwicklung findet sehr oft eine Verminderung oder Vermehrung der Rippen in den einzelnen Kategorien statt, wobei die Gesamtzahl der beweglichen Rippen sich gleichbleiben oder sich ebenfalls schwach verändern kann. Hingegen gelang es mir nicht, eine ausgesprochene Verschiebung der Thorakalregion weder in der einen, noch in der andern Richtung nachzuweisen. Um dies einwandsfrei festzustellen, müsste auch die Cervicalregion in die Untersuchung miteinbezogen werden, was aber ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit lag.

Entwicklung des primären Schultergürtels: In frühen embryologischen Stadien ist in der vorderen Thorakalregion eine Gewebeknospe sichtbar, aus der sich Humerus (Oberarmknochen), Scapula (Schulterblatt) und Coracoideum (Rabenschnabelbein), wenn man so sagen darf, herauskristallisieren. Gegenüber den beiden primären Schulterknochen eilt der Humerus in seiner Entwicklung voran und schnürt sich relativ frühe von der gemeinsamen Anlage ab. Die Grenze zwischen Coracoid und Scapula macht sich auch schon in jungen embryologischen Stadien durch stärkere Häufung von

Zellen und geringere Absonderung von hyaliner Knorpelsubstanz bemerkbar. Die vollständige Trennung von Scapula und Coracoid erfolgt hingegen sehr spät und dürfte sich manchmal sogar erst postembryonal vollziehen.

Die Verknorpelung von Coracoid, Scapula und Humerus ist eine einheitliche; bei allen diesen drei Skeletteilen nimmt der Prozess seinen Ursprung von ihrem gemeinsamen Entstehungsherde aus. Er wickelt sich ziemlich rasch ab. Infolgedessen heben sich die Elemente sehr bald scharf vom umgebenden embryonalen Gewebe ab. Zu gleicher Zeit vollzieht sich auch die speziellere Ausgestaltung des primären Schultergürtels, und schon auf relativ frühen Stufen lassen sich alle seine detaillierteren Bildungen erkennen. Irgendwelche anderen Bestandteile desselben — als Scapula und Coracoid —, die später wieder zurückgebildet oder zum Aufbaue des Coracoids, der Scapula oder selbst der Clavicula aufgebraucht werden und dadurch scheinbar wieder verschwinden, konnte ich nicht wahrnehmen. Ich möchte deshalb die Existenz eines Procoracoids auch in embryonalen Stadien für die Carinaten sehr bezweifeln und neige eher zur Annahme, dass der sogenannte Processus procoracoideus [1]) zur Hauptsache eine sekundäre Bildung repräsentiert, die sich bei verschiedenen Gruppen infolge Anpassung an besondere Muskelverhältnisse entfaltet hat.

Etwa zu Beginn der zweiten Hälfte der embryologischen Entwicklung wird bereits die Verknöcherung des Coracoids und der Scapula eingeleitet, die bei beiden Knochen in den peripheren Schichten des mittleren Abschnittes seinen Anfang nimmt und sich von dort aus in zentraler, distaler und proximaler Richtung ausdehnt. Nach meinen Beobachtungen an den jungen Rheaskeletten dürfte die Synostose der beiden primären Schulterknochen, die bei den Ratiten allgemein verbreitet ist, eine sekundäre sein.

Entwicklung des sekundären Schultergürtels: Relativ spät erst sind (beim Hühnchen am 8. Bebrütungstage) die ersten deutlichen Anlagen der Claviculae (Schlüsselbeine) sichtbar, die je aus einem Gewebestrang bestehen, in dessen inneren Partien sich eine Intercellularsubstanz abgesondert hat, die sich durch abweichende Färbung von der Knorpelsubstanz der übrigen Skelettelemente scharf unterscheidet. Der claviculäre Gewebestrang nimmt in der Gegend des proximalen Endes des primären Schultergürtels seinen Ursprung

---

[1]) Processus procoracoideus = Fortsatz am medialen Rand des Coracoids, unterhalb des Acrocoracoids, des wulstigen, proximalen Abschnittes des Rabenschnabelbeins.

und entwickelt sich von dort aus in ventraler Richtung gegen das vordere Ende des Brustbeins hin. Während der Verschmelzung der beiden Claviculae zur Furcula, dem typischen Gabelknochen sehr vieler Vogelskelette, findet auch die Ausbildung des für manche Vögel charakteristischen Processus interclavicularis [1]) statt, der ebenfalls paarig angelegt wird. Dieser Fortsatz darf deshalb nur als eine sekundäre Bildung der Schlüsselbeine angesehen werden. An seinem Aufbaue sind daher keine Überreste eines Episternum, wie schon öfters vermutet worden ist, beteiligt. Seine verschiedenartige Ausprägung. wie auch sein zerstreutes Vorkommen [2]) sprechen eher dafür, dass wir in ihm eine ähnliche Bildung zu vermuten haben wie in der Crista sterni, in den geweblichen Differenzierungen, in den Spinae st., etc. Die Entstehung des Processus interclavicularis dürfte deshalb auf bestimmte Anforderungen der Muskulatur zurückzuführen und vielleicht bei den verschiedenen Gruppen unabhängig voneinander erfolgt sein.

Die Verknöcherung ist eine primäre sowohl für die Clavicula, als auch für den Processus interclavicularis. Von allen von mir untersuchten Vogelgruppen besitzt der an das Coracoid angrenzende Teil des Epicleidium (verbreitertes proximales Ende der Passeres-Clavicula) nur bei den Passeres ein knorpeliges Zwischenstadium. Dieser claviculäre Anteil tritt sehr spät auf und scheint mit dem primären Schultergürtel in genetischer Beziehung zu stehen. Er verwächst anscheinend erst sekundär mit der eigentlichen Clavicula. Da wir in den Passeres eine hoch organisierte Vogelgruppe vor uns haben, und es mir nicht möglich war, etwas Entsprechendes bei primitiveren Typen festzustellen, neige ich zur Ansicht, dass wir in dem knorpelig-praeformierten Bezirk der Passeres-Schlüsselbeine ein abgespaltenes Produkt des proximalen Teils der Coracoscapularplatte von spätem phylogenetischen Datum zu suchen haben. Dafür spricht auch sein ontogenetisch spätes Auftreten.

Im Gegensatz zu den Befunden von Kulczycki (1901 und 1908) tritt nach den meinigen die Clavicula von den Bestandteilen des Brustgürtels stets zuletzt auf und allem Anschein nach unabhängig vom primären Schultergürtel.

Die Entwicklung der Vogelclavicula weicht von der der Mammalia ditremata insofern ab, als sich diese nach Fuchs (1912) aus dem Procoracoid (Chondroclavicula) und dem Thoracale (Dermato-

---

[1]) Fortsatz an der Verschmelzungsstelle der beiden Claviculae.

[2]) Der Processus interclavicularis fehlt vielen Gruppen (z. B. Columbae, Striges, Picidae) und findet sich bei anderen hochgradig, unabhängig von der systematischen Stellung, entfaltet (z. B. Galli, Passeres).

clavicula) der Stegocephalen zusammensetzt. Die Clavicula der Vögel darf deshalb nicht als homolog dem gleichnamigen Knochen der Mammalia ditremata betrachtet werden. Fuchs (1912) schlägt deshalb vor, die Claviculae der Vögel als Thoracalia zu bezeichnen, indem er sie als diesen in ihrer ganzen Ausdehnung homolog hält, was aber nicht für alle Carinaten, wie die Untersuchung (Passeres-Clavicula) gezeigt hat, zutrifft. Aus diesem Grunde und um die Verwirrung zu verhüten, da sich der Name „Clavicula“ allgemein auch für das Vogel-Schlüsselbein eingebürgert hat, habe ich mich in meiner Arbeit an die bisherige Bezeichnung gehalten.

Phylogenetische Ableitung der Crista sterni: Durch sorgfältige Präparation gelang es W. Dames im Jahre 1897 beim Berliner Archaeopteryx-Exemplar von der Unterseite der Platte her, den Durchschnitt des Brustbeins festzulegen. Das Sternum stellt in seinem entblössten Querschnitte einen dachförmigen, dünnen, kaum 0,5 mm dicken Kochen dar, dessen beide Seiten vorn unter einem spitzen Winkel von ca. 45° zusammenstossen. Diese Entdeckung führte Dames zu folgendem Schlusse: „Nach dem neuen Befunde halte ich das Vorhandensein einer Crista für fast ausgeschlossen.“ Sein Fund lässt also für Archaeopteryx auf ein dachförmiges Sternum ohne Crista schliessen. Wir müssen deshalb die Existenz einer solchen für die Urflugvögel allgemein in Zweifel ziehen, um so mehr, als ein dachförmiges Brustbein (Dachfirst ventralwärts gerichtet) der Muskulatur bereits eine grössere Angriffsfläche bietet als ein flaches und wohl den ersten Ansprüchen des Flug-, resp. des Flattervermögens genügen mochte. Mit der Herausbildung der Flugkraft musste sich die Angriffsfläche für die zunehmende Flugmuskulatur immer mehr vergrössern. Die ventralen Seitenflächen des dachförmigen Brustbeins begannen sich einzusenken, aus den planen Flächen entstanden konkave. Mit gesteigerter Anforderung des Flugvermögens senkten sich diese immer mehr ein, bis sich schliesslich ein typisches Carinatensternum mit einer wohlentwickelten Crista herausgeformt hatte. Die Annahme einer solchen phylogenetischen Herausbildung der Crista findet eine Stütze in den von mir gewonnenen embryologischen Resultaten, indem in bestimmten Entwicklungsstadien das Brustbein ein dachförmiges Aussehen besitzt.

Neue Entwicklungen über die Abel'sche Integralumkehrungsformel.

Von

Alfred Kienast.

(Als Manuskript eingegangen am 19. Januar 1917.)

Vom Jahre 1896 an hat Herr Borel die Formel

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_n z^n = \int_0^{\infty} e^{-x} \left\{ \sum_0^{\infty} \frac{a_n z^n x^n}{n!} \right\} dx = \lim_{x=\infty} e^{-x} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n!} \left[\sum_{\varkappa=0}^{n-1} a_\varkappa z^\varkappa \right]$$

untersucht, zu der er gelangte, um die Aufgabe zu lösen: es soll eine unendliche Reihe in einen Grenzwert verwandelt werden, der in einem grösseren Gebiet der komplexen Variabeln konvergiert als die ursprüngliche Reihe. Diese Borel'sche Formel habe ich abgeleitet [1]) durch ein Verfahren, das auf Sätzen über lineare Differentialgleichungen [2]) beruht. In vorliegendem Aufsatz möchte ich zeigen, dass dieselbe Methode [3]) in einfachster Weise zu den berühmten Abel'schen Formeln führt.

1. Die Funktionen, die im Folgenden eingeführt werden, sind sämtlich analytisch vorausgesetzt. Aus den beiden Differentialgleichungen

(1)
$$(1-x)\,x\,y' + s\,x\,y = x^{\alpha+1} \cdot \psi(x)$$
$$(1-x)\,x\,y_1' + s\,x\,y_1 = 0$$

folgt
$$\frac{d}{dx}\left[\frac{y}{y_1}\right] = \frac{x^\alpha \psi(x)}{(1-x)\,y_1(x)}.$$

Es ist $y_1 = C(1-x)^s$ und man erhält, wenn $V(x)$ ein beliebig gewähltes partikuläres Integral von (1) bedeutet:

(2)
$$\left| (1-x)^{-s} V(x) \right|_{x_0}^{x} = \int_{x_0}^{x} \frac{t^\alpha \cdot \psi(t)\,dt}{(1-t)^{1+s}}.$$

---

[1]) „Sur quelques représentations arithmétiques etc." L'enseignement mathématique, t. XIX, Nos. 1—2 (1917).

[2]) „Über eine Integralformel etc." Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. Zürich, 3./4. Heft, Jahrg. 61, 1916.

[3]) Weitere Anwendungen sind ausgeführt und werden bei anderer Gelegenheit dargestellt.

Unter der Voraussetzung, dass $\psi(x)$ regulär ist in der Umgebung von $x = 0$ und dass α keine ganze negative Zahl ist, gibt [1]) es ein Integral von (1), das sich darstellen lässt durch die konvergierende Reihe

$$V(x) = \sum_{\varkappa=0}^{\infty} A_\varkappa \, x^{\varkappa+\alpha+1}$$

und umgekehrt. Diese Reihe eingesetzt in (1) liefert

$$x^\alpha \psi(x) = \sum_{\varkappa=0}^{\infty} D_\varkappa \, x^{\varkappa+\alpha} = \sum_{\varkappa=0}^{\infty} x^{\varkappa+\alpha} \left[(\varkappa+\alpha+1) A_\varkappa - (\varkappa+\alpha-s) A_{\varkappa-1}\right].$$

Setzt man jetzt, wodurch ein Parameter eingeführt wird,

$$A_\varkappa = \sum_{\lambda=0}^{\infty} a_{\varkappa\lambda} \, z^\lambda \tag{3}$$

und wählt die $a_{\varkappa\lambda}$ entsprechend der Tabelle

$a_{\varkappa\lambda}$	$\lambda=0$	1	2	3	4
$\varkappa=0$	a_0	a_1	a_2	a_3	.
1	0	$\frac{\alpha+1-s}{\alpha+2} a_1$	$\frac{\alpha+1-s}{\alpha+2} a_2$	$\frac{\alpha+1-s}{\alpha+2} a_3$	.
2	0	0	$\frac{(\alpha+1-s)(\alpha+2-s)}{(\alpha+2)(\alpha+3)} a_2$	$\frac{(\alpha+1-s)(\alpha+2-s)}{(\alpha+2)(\alpha+3)} a_3$	.
	.	.	.	.	.

so findet man

$$A_0 = \sum_{\lambda=0}^{\infty} a_\lambda \, z^\lambda \quad ; \quad A_\varkappa = \frac{(\alpha+1-s)\cdots(\alpha+\varkappa-s)}{(\alpha+2)\cdots(\alpha+\varkappa+1)} \sum_{\lambda=\varkappa}^{\infty} a_\lambda \, z^\lambda$$

$$D_0 = (\alpha+1) A_0 \quad ; \quad D_\varkappa = -\frac{(\alpha+1-s)\cdots(\alpha+\varkappa-s)}{(\alpha+2)\cdots(\alpha+\varkappa)} a_{\varkappa-1} \, z^{\varkappa-1}.$$

Der Zusammenhang zwischen $\psi(x)$ und $V(x)$, der durch die verbindende Differentialgleichung (1) herbeigeführt wird, ist umkehrbar und so kann über die in (3) auftretenden $a_{\varkappa\lambda}$ und z frei verfügt werden, mit der einzigen Beschränkung, dass die daraus hervorgehende Reihe $\sum_0^\infty D_\varkappa x^\varkappa$, wie oben vorausgesetzt, konvergent ist. Indem man diese Ausdrücke benutzt, erhält (2) die Gestalt:

[1]) Siehe Vierteljahrsschrift, Jahrg. 61, Satz auf S. 701.

$$(4)\qquad \Big| (1-x)^{-s}\, x^{\alpha+1} \sum_{\varkappa=0}^{\infty} \frac{\Pi(\alpha-s+\varkappa)}{\Pi(\alpha+\varkappa+1)}\, x^{\varkappa} \left[\sum_{\lambda=\varkappa}^{\infty} a_\lambda\, z^\lambda\right] \Big|_{x_0}^{x}$$

$$= \frac{\Pi(\alpha-s)}{\Pi(\alpha)} \int_{x_0}^{x} \frac{t^{\alpha}\cdot dt}{(1-t)^{1+s}} \left(\sum_{\lambda=0}^{\infty} a_\lambda\, z^\lambda\right)$$

$$- \int_{x_0}^{x} \frac{t^{\alpha+1}}{(1-t)^{1+s}} \left\{\sum_{\varkappa=0}^{\infty} \frac{\Pi(\alpha-s+\varkappa+1)}{\Pi(\alpha+\varkappa+1)}\, a_\varkappa\, z^\varkappa\, t^\varkappa\right\} dt.$$

Diese Formel ist gültig für alle Werte von a_λ und z, für die

$$\sum_{\varkappa=0}^{\infty} D_\varkappa\, x^\varkappa = (\alpha+1) \sum_{\lambda=0}^{\infty} a_\lambda\, z^\lambda - \frac{\Pi(\alpha+1)}{\Pi(\alpha-s)} \sum_{\varkappa=0}^{\infty} \frac{\Pi(\alpha-s+\varkappa+1)}{\Pi(\alpha+\varkappa+1)}\, a_\varkappa\, z^\varkappa\, x^{\varkappa+1}$$

eine in bezug auf x konvergente Reihe ist. Daher ist $\Sigma\, a_\lambda\, z^\lambda$ notwendig eine Potenzreihe mit nicht verschwindendem Konvergenzradius und z ein Wert, für den sie konvergiert. Daraus folgt, dass auch $\sum_{\varkappa=0}^{\infty} \frac{\Pi(\alpha-s+\varkappa+1)}{\Pi(\alpha+\varkappa+1)}\, a_\varkappa\, z^\varkappa\, x^\varkappa$ eine Potenzreihe mit nicht verschwindendem Konvergenzradius ist. Von Formel (4) aus kann man in verschiedener Weise weiter schliessen.

2. Über den Bereich, dem der Parameter z entnommen werden darf, werde vorausgesetzt, dass für jeden zugelassenen Wert von z die beiden Funktionen $\Sigma\, A_\varkappa\, x^\varkappa$ und $\Sigma\, D_\varkappa\, x^\varkappa$ sich regulär verhalten in der Umgebung jeder Stelle einer Elementarfläche, die $x=0$ und $x=1$ enthält. Ferner seien weder α noch s ganze reelle Zahlen. Dann kann man als Integrationsweg eine Doppelschleife um die Stellen 0 und 1 nehmen von irgend einem Werte x_0 der Elementarfläche ausgehend und in $x=x_0$ endigend. Sie wird gewöhnlich durch (1,0) bezeichnet[1]) und so folgt aus (4)

$$(5)\qquad \frac{-\pi\left[1-e^{2\pi i\alpha}\right]\left[1-e^{-2\pi i s}\right]}{\sin \pi s\ \ \Pi(s)} \sum_{\lambda=0}^{\infty} a_\lambda\, z^\lambda$$

$$= \int_{(1,0)} \frac{t^{\alpha+1}}{(1-t)^{1+s}} \left\{\sum_{\varkappa=0}^{\infty} \frac{\Pi(\alpha-s+\varkappa+1)}{\Pi(\alpha+\varkappa+1)}\, a_\varkappa\, z^\varkappa\, t^\varkappa\right\} dt.$$

Setzt man $\alpha = \alpha_1 - s_1$, $s = -s_1$, so enthält der Integrand die Reihe, deren Koeffizient $\frac{\Pi(\alpha_1+\varkappa+1)}{\Pi(\alpha_1-s_1+\varkappa+1)}\, a_\varkappa$ ist. Bezeichnet man

[1]) L. Schlesinger, Differentialgleichungen, S. Schubert XIII. pag. 156, 157.

$a_\varkappa = \frac{\Pi(\alpha_1 - s_1 + \varkappa + 1)}{\Pi(\alpha_1 + \varkappa + 1)} b_\varkappa$, so entsteht, wenn der Index 1 wieder weggelassen wird, die Formel

$$(6) \qquad [1 - e^{2\pi i(\alpha - s)}][1 - e^{2\pi i s}]\,\Pi(s-1) \sum_{\varkappa=0}^{\infty} \frac{\Pi(\alpha - s + \varkappa + 1)}{\Pi(\alpha + \varkappa + 1)} b_\varkappa z^\varkappa$$

$$= \int_{(1,0)} \frac{t^{\alpha - s + 1}}{(1-t)^{1-s}} \left(\sum_{\varkappa=0}^{\infty} b_\varkappa z^\varkappa t^\varkappa \right) dt.$$

Diese beiden Formeln (5) und (6) kann man ansehen als die Verallgemeinerung der Abel'schen Formeln für einen Integrationsweg im Gebiet der komplexen Variabeln. Wendet man statt der obigen Substitution die folgende an

$$\alpha = \alpha_1 - s_1 - 1 \qquad ; \qquad s = -s_1 - 1$$

so gelangt man in entsprechender Weise zur Formel

$$(7) \qquad [1 - e^{2\pi i(\alpha - s)}][1 - e^{2\pi i s}]\,\Pi(s) \sum_{\varkappa=0}^{\infty} \frac{\Pi(\alpha - s + \varkappa)}{\Pi(\alpha + \varkappa - 1)} b_\varkappa z^\varkappa$$

$$= \int_{(1,0)} \frac{t^{\alpha - s}}{(1-t)^{-s}} \left(\sum_{\varkappa=0}^{\infty} b_\varkappa z^\varkappa t^\varkappa \right) dt.$$

Diese kleine Abänderung ermöglicht, wenn $R(\alpha) > -2$; $-1 < R(s) < 0$; $R(\alpha - s) > -1$ und die Strecke 01 der Elementarfläche angehört, die Integrale in (5) und (7) zu reduzieren auf solche, deren Integrationsweg die Strecke 01 ist. Die Substitution $t = \frac{u}{z}$ führt dann auf die bei Abel vorkommende Gestalt.

Durch denselben Gedankengang habe ich ähnliche Formeln abgeleitet, bei denen als Bestandteil im Integranden an Stelle der Funktion $y_1 = (1-x)^s$ in (5) eine Lösung der Gauss'schen Differentialgleichung auftritt.

Von Anwendungen der Formeln (5) (6) ist besonders die auf die Gauss'sche Reihe $F(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, z)$ in die Augen springend, wozu man in (5) zu setzen hat $\alpha = \beta_1 - 2$, $s = \beta_1 - \gamma_1$. Man erhält dadurch sofort die Integraldarstellungen der Lösungen der Gauss'schen Differentialgleichung.

Ein Vergleich mit der ersten Hälfte der an den Anfang gestellten Borel'schen Formel ist sehr lehrreich. Während das von Herrn Borel benutzte Integral in einem relativ beschränkten Gebiet,

dem „polygone de sommabilité“ konvergiert, ist das Integral der Formel (5) fähig, die Funktion in ihrem ganzen Existenzgebiet darzustellen, wodurch sogar der von Herrn Mittag-Leffler geforderte grösste Bereich [1]) übertroffen wird.

3. Wenn eine oder beide der Zahlen α, s eine ganze reelle Zahl ist, so bleibt die Doppelschleife (1,0) nicht immer anwendbar. Es sei α weder 0 noch eine ganze reelle Zahl, die Stelle 1 Pol und $s = 0$. Die Doppelschleife zerfällt in einen positiven Umlauf um $+1$ in einem Zweige von t^α und einen negativen Umlauf um $+1$ im folgenden Zweige $t^\alpha \cdot e^{2\pi i \alpha}$, so dass das Resultat übereinkommt mit einem positiven Umlauf um $+1$, bezeichnet durch U^+, multipliziert mit dem Faktor $1 - e^{2\pi i \alpha}$. So gelangt man zu

$$\sum_{\lambda=0}^{\infty} a_\lambda z^\lambda \int_{U^+} \frac{t^\alpha dt}{1-t} = \int_{U^+} \frac{t^{\alpha+1}\left[\sum_{\lambda=0}^{\infty} a_\lambda z^\lambda t^\lambda\right]}{1-t} dt.$$

Dies ist die Cauchy'sche Integralformel, die man so als ganz speziellen Fall der Abel'schen Formeln auffassen kann.

4. Ich wähle jetzt die in Formel (3) eingeführten Koeffizienten $a_{\varkappa\lambda}$ wie folgt:

$a_{\varkappa\lambda}$	$\lambda = 0$	1	2
$\varkappa = 0$	0	0	0
1	$\frac{\alpha+1-s}{\alpha+2} a_0$	0	0
2	$\frac{(\alpha+1-s)(\alpha+2-s)}{(\alpha+2)(\alpha+3)} a_0$	$\frac{(\alpha+1-s)(\alpha+2-s)}{(\alpha+2)(\alpha+3)} a_1$	0
	.	.	.

Wenn dann $R(\alpha) > -2$, erhalte ich aus (2)

$$(8) \qquad (1-x)^{-s} x^{\alpha+1} \sum_{\varkappa=1}^{\infty} \frac{\Pi(\alpha-s+\varkappa)}{\Pi(\alpha+\varkappa+1)} x^\varkappa \left(\sum_{\lambda=0}^{\varkappa-1} a_\lambda z^\lambda\right)$$

$$= \int_0^x \frac{t^{\alpha+1} dt}{(1-t)^{1+s}} \left\{\sum_{\varkappa=0}^{\infty} \frac{\Pi(\alpha-s+\varkappa+1)}{\Pi(\alpha+\varkappa+1)} a_\varkappa z^\varkappa t^\varkappa\right\}$$

Benutzt man diese Gleichung auch für $z = 0$, so erhält man für den Mittelwert

[1]) G. Mittag-Leffler, Acta Math. 23, S. 45.
G. Mittag-Leffler, Acta Math. 26, S. 355/356.

$$(9)\qquad M(x,z)=\frac{\sum_{\varkappa=1}^{\infty}\frac{\Pi(\alpha-s+\varkappa)}{\Pi(\alpha+\varkappa+1)}\left[\sum_{\lambda=0}^{\varkappa-1}a_\lambda z^\lambda\right]x^{\varkappa+\alpha+1}}{\sum_{\varkappa=1}^{\infty}\frac{\Pi(\alpha-s+\varkappa)}{\Pi(\alpha+\varkappa+1)}x^{\varkappa+\alpha+1}}=$$

$$=\frac{\Pi(\alpha+1)\int_0^x\frac{t^{\alpha+1}\,dt}{(1-t)^{1+s}}\left\{\sum_{\varkappa=0}^{\infty}\frac{\Pi(\alpha-s+\varkappa+1)}{\Pi(\alpha+\varkappa+1)}a_\varkappa z^\varkappa t^\varkappa\right\}}{\Pi(\alpha-s+1)\int_0^x\frac{t^{\alpha+1}\,dt}{(1-t)^{1+s}}}.$$

Die Wahl der Koeffizienten a_λ und des Parameters z muss so getroffen sein, dass

$$(10)\qquad H(x,z)=\sum_{\varkappa=0}^{\infty}\frac{\Pi(\alpha-s+\varkappa+1)}{\Pi(\alpha+\varkappa+1)}a_\varkappa z^\varkappa x^{\varkappa+1}=\sum_{\varkappa=0}^{\infty}D_\varkappa x^\varkappa$$

in bezug auf x eine Potenzreihe mit nicht verschwindendem Konvergenzradius ist. Nun besitzt die durch die spezielle Gauss'sche Reihe

$$\sum_{\varkappa=0}^{\infty}\frac{\Pi(\alpha-s+\varkappa+1)}{\Pi(\alpha+\varkappa+1)}x^\varkappa=\frac{\Pi(\alpha-s+1)}{(s-1)\ \Pi(\alpha)}x^{-1-\alpha}\ F(1-s,-\alpha,2-s,1-x)+$$
$$+\Pi(-s)\,x^{-1-\alpha}\,(1-x)^{s-1}$$

definierte Funktion die singulären Stellen 0, 1, ∞. Es besitzt also $H(x,z)$ diejenigen Werte zu singulären Stellen, die man erhält durch Multiplikation der Singularitäten der Funktion $\sum_{\lambda=0}^{\infty}[a_\lambda z^\lambda]x^\lambda$ mit 0, 1, ∞. Sind die singulären Stellen der Funktion $\sum_0^\infty a_\lambda z^\lambda$ mit s_μ bezeichnet, so sind diejenigen von $\sum_0^\infty a_\lambda z^\lambda x^\lambda$, als Funktion von x betrachtet $\frac{s_\mu}{z}$. Der Hauptstern S_1, der zur Reihe (10) gehört, entsteht also aus demjenigen S, der zu $\sum_0^\infty a_\lambda z^\lambda$ gehört dadurch, dass dieser als Ganzes gedreht wird, und dass sämtliche Vektorenlängen, vom Mittelpunkt aus gemessen, im gleichen Verhältnis verändert werden. Hieraus geht hervor, dass die oben angegebene Beschränkung für die Wahl der a_λ und des z gleichbedeutend ist mit der Bedingung, dass $\sum_0^\infty a_\lambda z^\lambda$ eine Reihe mit nicht verschwindendem Konvergenzradius ist. Aus dem Zusammenhang, der zwischen $V(x)$ und $\psi(x)$ besteht, geht endlich noch hervor, dass der Hauptstern der Potenzeihe von x:

$$\sum_{\varkappa=1}^{\infty}\frac{\Pi(\alpha-s+\varkappa)}{\Pi(\alpha+\varkappa+1)}\left[\sum_{\lambda=0}^{\varkappa-1}a_\lambda z^\lambda\right]x^\varkappa$$

besteht aus dem Hauptstern S_1, dem der Schnitt $1 \ldots \infty$ zugefügt wurde.

Es sei jetzt z_1 ein Wert von z, innerhalb des Konvergenzkreises von $\sum_0^\infty a_\lambda z^\lambda$ oder eine Stelle auf ihm, derart dass $\sum_{\varkappa=0}^{\infty} \frac{\Pi(\alpha - s + \varkappa + 1)}{\Pi(\alpha + \varkappa + 1)} a_\varkappa z_1^\varkappa$ konvergiert. Wenn dann noch $R(s) < 0$, so kann in der Formel (9) zur Grenze $x = 1$ übergegangen werden, da die Integrale der rechten Seite konvergieren. Daher

$$\lim_{x=1} M(x, z) = [\Pi(-s-1)]^{-1} \int_0^1 \frac{t^{\alpha+1} dt}{(1-t)^{1+s}} \left\{ \sum_{\varkappa=0}^{\infty} \frac{\Pi(\alpha - s + \varkappa + 1)}{\Pi(\alpha + \varkappa + 1)} a_\varkappa z^\varkappa t^\varkappa \right\} = \sum_{\lambda=0}^{\infty} a_\lambda z^\lambda.$$

Wenn z_1 ein Wert von z ausserhalb des Konvergenzkreises von $\sum_0^\infty a_\lambda z^\lambda$ ist, so konvergiert der Zähler des Mittelwertes nur noch in einem Kreise, dessen Radius kleiner als 1 ist und von dem Grenzübergang $\lim x = 1$ kann nicht mehr gesprochen werden.

Anders verhält sich dagegen das Integral rechts in (9). Dem Vektor $0 \ldots z_1$ in S entspricht der Vektor $0 \ldots 1$ in S_1. Die durch $H(x, z_1)$ definierte Funktion verhält sich daher regulär in der Umgebung jeder Stelle dieser Strecke $0 \ldots 1$, Endpunkte inbegriffen. Dies ist aber gerade der Integrationsweg des Integrals in (9) und somit konvergiert dieses Integral für jeden Wert z, der im Innern des Hauptsterns S der Reihe $\sum_0^\infty a_\lambda z^\lambda$ liegt. Hierbei hat man aber von der Fortsetzbarkeit der Reihe $H(x, z_1)$ längs der Strecke $x = 0 \ldots 1$ Gebrauch gemacht, was ein wesentlicher Unterschied ist gegenüber den von Herrn Borel und Herrn Mittag-Leffler benutzten bestimmten Integralen. Während diese Fortsetzung bei einzelnen Funktionen $H(x, z)$ ohne Mühe geleistet werden kann, wie bei den Integraldarstellungen für die Gauss'sche hypergeometrische Funktion, ist sie für andere Funktionen ja gerade die Aufgabe, die gelöst werden soll. Dies zeigt, dass derartige Integraldarstellungen den Funktionen angepasst werden müssen, auf die man sie anwenden will, und dass nicht jede der möglichen Formeln für alle Anwendungen gleich gut geeignet ist.

Ist endlich z_1 ein Wert derart, dass $\arg z_1 = \arg s_\mu$ und $|z_1| > |s_\mu|$, dann liegt auf dem Integrationsweg $0 \ldots 1$ mindestens eine Singularität der Funktion $H(x, z_1)$. Aber es gibt Fälle, in denen dies die Konvergenz des Integrals nicht zerstört, und dann liefert das Integral mehr als einen Wert, die man mit den verschiedenen Zweigen der Funktion in Zusammenhang bringen kann.

5. Zum Schluss möchte ich erwähnen, dass man auch in den bisher ausgeschlossenen Fällen interessante Betrachtungen anstellen kann. So zum Beispiel ist die Formel (4) noch richtig, wenn man setzt: $s = n$, $\alpha = n + \nu - 1$, wo n und ν ganze positive Zahlen bedeuten. Der Integrationsweg jedoch erfordert besondere Überlegungen, die ich ausgeführt habe für die von Heine, Handbuch der Kugelfunktionen[1]), betrachtete „zugeordnete Funktion erster Art“ $P_\nu^n(x)$, die dargestellt ist durch

$$P_\nu^n(x) = \frac{2^n}{(-1)^\nu\, \Pi(2n)} \frac{u^\nu}{(1-v)^{n+1}} \sum_{\varkappa=0}^{\infty} \frac{\Pi(\varkappa+n+\nu)\ \Pi(\varkappa+n)}{\Pi(\varkappa)\ \Pi(\varkappa+\nu)}\, u^{2\varkappa},$$

wobei $$v = \frac{1-x}{2} \quad , \quad \frac{v}{v-1} = u^2.$$

Diese Reihe ist anwendbar für jeden ganzen positiven Wert von n und ν. Man findet bei $\nu \leqq n$, wenn C^+ einen einfachen positiven Umlauf um die Stelle $x = \frac{1}{u}$ bedeutet

$$\sum_{\varkappa=0}^{\infty} \frac{\Pi(\varkappa+n+\nu)\ \Pi(\varkappa+n)}{\Pi(\varkappa)\ \Pi(\varkappa+\nu)}\, u^{2\varkappa+\nu} = \frac{-1}{2\pi i} \frac{[\Pi(n)]^2}{[-u]^{n+1}} \int_{C^+} \frac{x^{n+\nu}\, dx}{\left[\left(1-\frac{x}{u}\right)(1-ux)\right]^{n+1}}.$$

Dieses Integral verdient Beachtung, weil sein Bau analog ist demjenigen eines wichtigen Integrals in der Theorie der Zylinderfunktionen. Von da gelangt man leicht zur Formel[2])

$$\pi\, P_\nu^n(x) = \frac{(-1)^\nu\, 2^n\, [\Pi(n)]^2}{\Pi(2n)} \int_0^\pi \frac{\cos \nu\varphi\ d\varphi}{\left[x + \cos\varphi\, \sqrt{x^2-1}\right]^{n+1}}$$

mit den Bedingungen $\nu \leqq n \quad ; \quad R(x) > 0.$

Auch den Fall, dass α eine negative ganze Zahl bedeutet, habe ich in Betracht gezogen, worüber bei anderer Gelegenheit Mitteilung erfolgen wird.

Küsnacht, Frühjahr 1916.

---

[1]) Zweite Aufl. Definition S. 206; Darstellung S. 221.
[2]) Heine, Handbuch S. 207.

Ein Satz über Iteration von Potenzreihen und seine zahlentheoretische Anwendung.

Von

RUDOLF FUETER.

Als Manuskript eingegangen den 2. Februar 1917.

I.

Schröder hat in den Math. Annalen, Bd. 3 (1871), pag. 310 u. ff. die Iteration einer Potenzreihe:

$$F(z) = z + \alpha_2 z^2 + \alpha_3 z^3 + \cdots + \alpha_a z^a + \cdots,$$

studiert. Bedeutet $F^{(n)}(z)$ die n. Iteration von $F(z)$ mit sich selbst, so ist

$$F^{(n)}(z) = z + \sum_{a=2}^{\infty} \left\{ \binom{n}{1} A_{a,1} + \binom{n}{2} A_{a,2} + \cdots + \binom{n}{n} A_{a,n} \right\} z^a,$$

wo die $A_{i,k}$ ganze rationale Funktionen der α sind mit ganzen rationalen Koeffizienten. Für die $A_{i,k}$ gelten Recursionsformeln. Ich beweise im folgenden den Satz:

Satz: Ist l^i die Potenz einer Primzahl l, so ist der Koeffizient von z^a in $F^{(l^i)}(z)$ eine ganze rationale Funktion der α mit durch l teilbaren ganzen rationalen Zahlkoeffizienten, wenn

$$2 \leqq a \leqq l^i + l^{i-1} + l^{i-2} + \cdots + l + 1.$$

Zum Beispiel ist für $l^i = 3$:

$$F^{(3)}(z) = z + 3\alpha_1 z^2 + 3(\alpha_2 + 2\alpha_1^2) z^3 + 3(\alpha_1 + 5\alpha_1\alpha_2 + 3\alpha_1^3) z^4 + \cdots,$$

also der Koeffizient von $z^2, z^3, z^4 = z^{3+1}$ durch 3 teilbar.

Beweis: Da $\binom{l^i}{k}$, $0 < k < l^i$, durch l teilbar ist, hat man nur zu beweisen, dass die Koeffizienten in A_{a,l^i} für die angegebenen a durch l teilbar sind.

Ferner ergibt sich $A_{a,\,l^i} = 0$, wenn $a \leqq l^i$ ist.[1]) Es bleiben nur die Fälle:

$$l^i < a \leqq l^i + l^{i-1} + l^{i-2} + \cdots l + 1$$

übrig. Nach Schröder[2]) ist:

$$A_{a,\,l^i} = \sum_{(a)} F_a^{(a_1)}\, F_{a_1}^{(a_2)} \cdots F_{a_{l^i-2}}^{(a_{l^i-1})}\, F_{a_{l^i-1}}^{(1)},$$

wo die Summation über alle Kombinationen $a_1, a_2, \ldots a_{l^i-1}$ der Elemente $2, 3, \ldots a-1$ zur (l^i-1) · Klasse ohne Wiederholung zu erstrecken ist. Ausserdem ist:

$F_{a_{k-1}}^{(a_k)} = 0$, wenn $a_{k-1} < a_k$,

$F_{a_{k-1}}^{(a_k)}$ der Koeffizient von $z^{a_{k-1}}$ in $(z + \alpha_2 z^2 + \alpha_3 z^3 + \cdots)^{a_k}$, wenn

$$a_{k-1} > a_k.$$

Bei der Summation zur Bildung von $A_{a,\,l^i}$ darf deshalb

$$a > a_1 > a_2 > \cdots > a_{l^i-1}$$

vorausgesetzt werden.

a) Wenn $a_k \equiv 0 \pmod{l}$, $a_{k-1} \not\equiv 0 \pmod{l}$ ist, so werden alle Koeffizienten in $F_{a_{k-1}}^{(a_k)}$ durch l teilbar oder

$$F_{a_{k-1}}^{(a_k)} \equiv 0 \pmod{l}.$$

Denn die Koeffizienten von $F_{a_{k-1}}^{(a_k)}$ sind Polynomialkoeffizienten:

$$P = \frac{a_k!}{\nu_1!\ \nu_2! \ldots \nu_h!}, \text{ wo } \begin{cases} \nu_1 + \nu_2 + \cdots + \nu_h = a_k \\ \nu_1 + 2\nu_2 + \cdots + h\nu_h = a_{k-1} \end{cases}$$

Da a_k durch l teilbar ist, so sind alle P durch l teilbar, ausser wenn sämtliche $\nu_1, \nu_2, \ldots \nu_h$ durch l teilbar sind[3]). Dies ist unmöglich, da a_{k-1} zu l teilerfremd ist.

b) Ist a eine Zahl, die der Bedingung

$$l^i < a < l^i + l^{i-1} + \cdots l$$

genügt, so ist $a < 2l^i$. Setzt man $a = l^i + a'$, so kann man a' eindeutig nach Potenzen von l entwickeln:

$$a' = q_1 l^{i-1} + q_2 l^{i-2} + \cdots + q_{i-1} l + q_i, \text{ wo } 0 \leqq q_h < l, h = 1, 2, \ldots i.$$

[1]) Schröder, a. a. O. pag. 313, Gleichung (38a).
[2]) Schröder, a. a. O. pag. 314.
[3]) Dirichlet-Dedekind, Vorlesungen über Zahlentheorie, 4. Aufl. 1894, pag. 28 u. ff.

Ist q_r das erste von 1 verschiedene q, so muss $q_r = 0$ sein. Denn für $q_r \geqq 2$ wäre:

$$a = l^i + a' = l^i + l^{i-1} + \cdots + l^{i-r+1} + q_r l^{i-r} + \cdots \geqq l^i + l^{i-1} + \cdots + \\ + l^{i-r+1} + 2l^{i-r} > l^i + l^{i-1} + \cdots + l^{i-r} + l^{i-r-1} + \cdots + l + 1$$

gegen Annahme. Also hat a die Form:

$$a = l^i + l^{i-1} + \cdots + l^{i-r+1} + q_{r+1} l^{i-r-1} + \cdots + q_i \begin{Bmatrix} 0 < r < i \\ 0 \leqq q < l \end{Bmatrix}.$$

Die Anzahl M der Zahlen $\leqq a$, die durch l teilbar sind, ist daher:

$$M = l^{i-1} + l^{i-2} + \cdots + l^{i-r} + q_{r+1} l^{i-r-2} + \\ + \cdots + q_{i-1} \leqq l^{i-1} + l^{i-2} + \cdots + l + 1,$$
$$M < l^i - 1.$$

Die Anzahl N der Zahlen $\leqq a$, die zu l teilerfremd sind, ist:

$$N = (l^i - l^{i-1}) + (l^{i-1} - l^{i-2}) + \cdots + (l^{i-r+1} - l^{i-r}) + q_{r+1}(l^{i-r-1} - \\ - l^{i-r-2}) + \cdots + q_{i-1}(l-1) + q_i = l^i - l^{i-r} + q_{r+1}(l^{i-r-1} - l^{i-r-2}) + \\ + \cdots + q_{i-1}(l-1) + q_i. \qquad (0 \leqq q < l).$$

Wenn a zu l teilerfremd ist, so ist $q_i > 0$ und

$$N \leqq l^i - l^{i-r} + l^{i-r-1}(l-1) = l^i - l^{i-r-1}.$$
$$N \leqq l^i - 1.$$

Unter den N zu l teilerfremden Zahlen tritt auch a selbst auf. Sieht man von dieser Zahl ab, so bleiben die zu l teilerfremden Zahlen $< a$ übrig; ihre Anzahl ist daher $< l^i - 1$, falls:

$$l^i < a < l^i + l^{i-1} + \cdots + l.$$

Wenn a durch l teilbar ist, so ist $q_i = 0$ und

$$N \leqq l^i - l^{i-r} + (l-1)(l^{i-r-1} - 1) = l^i - l^{i-r-1} - l + 1$$
$$N \leqq l^i - l.$$

Die Anzahl aller zu l teilerfremden Zahlen $< a$, wo a durch l teilbar ist, ist höchstens gleich $l^i - l$, falls

$$l^i < a < l^i + l^{i-1} + \cdots + l.$$

c) Greifen wir aber irgendeinen Summanden aus

$$A_{a, l^i} = \sum_{(a)} F_a^{(a_1)} F_{a_1}^{(a_2)} \cdots F_{a_{l^i-1}}^{(1)}, \quad l^i + \cdots + l > a > a_1 > \cdots > a_{l^i-1} > 1$$

heraus, so sehen wir, dass nicht alle a_k zu l teilerfremd sein können; denn unter den Zahlen $2, 3, \cdots a-1$ gibt es nach dem Resultat unter

b) höchstens $l^i - 2$ zu l teilerfremde Zahlen. Ebensowenig können alle durch l teilbar sein, da ja $M < l^i - 1$. Also muss wenigstens einmal auf ein zu l teilerfremdes a_{k-1} ein durch l teilbares a_k treten oder umgekehrt. Im ersten Fall, und dieser tritt immer ein, wenn a zu l teilerfremd ist, ist nach a) $F_{a_{k-1}}^{(a_k)} \equiv 0 \pmod{l}$. Der zugehörige Summand von A_{a,l^i} hat durch l teilbare Koeffizienten. Im zweiten Fall ist $a, a_1, \ldots a_{k-1}$ durch l teilbar, a_k zu l teilerfremd. Dann muss es ein a_{k_1}, $k_1 > k$ geben, das durch l teilbar ist. Denn es gibt höchstens $l^i - l$ zu l teilerfremde Zahlen $< a$, und höchstens $l^i - l - (k-1)(l-1) - 1$ zu l teilerfremde Zahlen, die $< a_k$ sind, und es ist $l^i + 1 - k > (l^i - l) - (k-1)(l-1) - 1$. Damit ist bewiesen, dass in jedem Summand von A_{a,l^i} ein $F_{a_{k-1}}^{(a_k)}$ auftritt, in dem $a_{k-1} \equiv 0$, $a_k \not\equiv 0 \pmod{l}$ ist. Alle Koeffizienten von A_{a,l^i} sind daher durch l teilbar nach a) und der Satz ist bewiesen.

d) Im Fall $a = l^i + l^{i-1} + \cdots + l$ ist $a \equiv 0 \pmod{l}$, $N = l^i - 1$; im Fall $a = l^i + l^{i+1} + \cdots + l + 1$ ist $a \not\equiv 0 \pmod{l}$, $N = l^i$, und es gibt $l^i - 2$ Zahlen zwischen 1 und a mit Ausschluss der Grenzen, die zu l teilerfremd sind. Also muss auch jetzt in A_{a,l^i} ein $F_{a_{k-1}}^{(a_k)}$ auftreten, für das $a_{k-1} \equiv 0 \pmod{l}$, $a \not\equiv 0 \pmod{l}$ ist.

II.

Der unter I. bewiesene Satz leistet gute Dienste bei der Betrachtung der höheren Verzweigungskörper einer Primzahl l, die im Grad und der Discriminante eines Körpers auftritt.[1]) Um dies zu zeigen, seien folgende vereinfachte Annahmen gemacht: Gegeben ein Grundkörper k und in demselben eine zyklische Gleichung $m = l^n$ten Grades:

$$m = l^n : x^m - v_1 x^{m-1} + v_2 x^{m-2} - \cdots + (-1)^l v_m = 0$$

($v_1, v_2, \cdots v_m$ Zahlen von k), deren Wurzeln den Körper K festlegen sollen. Die Wurzeln der Gleichung seien durch

$$\xi, s\xi, s^2\xi, \cdots s^{m-1}\xi$$

gegeben, wo $s^m = e$ die Einheitssubstitution ergebe. Ist $\mathfrak{l}$ ein in (l) enthaltenes Primideal von k, so werde $\mathfrak{l}$ in K die m-Potenz eines Ideals $\mathfrak{L}$

$$\mathfrak{l} = \mathfrak{L}^m.$$

---

[1]) Siehe Hilbert, Die Theorie der alg. Zahlkörper. Berlin 1897, pag. 254 u. ff. Weber, Algebra II. Bd. Braunschweig 1899, pag. 664 u. ff.

Ist λ irgendeine Zahl von K, deren Zähler durch $\mathfrak{L}$, nicht aber durch $\mathfrak{L}^2$ teilbar, deren Nenner aber zu $\mathfrak{L}$ teilerfremd sei, so ist, da s Substitution der Verzweigungsgruppe von $\mathfrak{l}$ ist:

$$s\lambda \equiv \lambda \pmod{\mathfrak{L}^2} \text{ und}$$

$$s\lambda \equiv \lambda + \alpha_2 \lambda^2 \pmod{\mathfrak{L}^3},$$

wo α_2 eine Zahl von k ist, deren Nenner zu $\mathfrak{l}$ teilerfremd ist; denn jede Zahl von K ist (mod $\mathfrak{L}$) einer Zahl von k kongruent. Fährt man so fort, so wird

$$s\lambda \equiv \lambda + \alpha_2 \lambda^2 + \alpha_3 \lambda^3 + \cdots + \alpha_h \lambda^h \pmod{\mathfrak{L}^{h+1}},$$

wo h eine beliebig grosse Zahl ist. Aus dem in I. erhaltenen Satz folgt dann, da $s\mathfrak{L} = \mathfrak{L}$:

$$s^{l^i}\lambda \equiv \lambda + l\left(\beta_2 \lambda^2 + \beta_3 \lambda^3 + \cdots + \beta_{l^i + l^{i-1} + \cdots + l + 1} \lambda^{l^i + l^{i-1} + \cdots + l + 1}\right) \left(\mathrm{mod}\, \mathfrak{L}^{l^i + \cdots + l + 2}\right).$$

i ist hier irgendeine Zahl $< n$. Da

$$l^n > l^{n-1} + l^{n-2} + \cdots + l + 1;\ l \equiv 0 \left(\mathrm{mod}\ \mathfrak{L}^{l^n}\right),$$

so folgt aus obigem[2]):

$$s^{l^i}\lambda \equiv \lambda \left(\mathrm{mod}\ \mathfrak{L}^{l^i + l^{i-1} + \cdots + l + 2}\right),\ i = 1, 2, \cdots n-1. \qquad (1).$$

Bei Einführung symbolischer Potenzen lässt sich diese Kongruenz so schreiben:

$$\lambda^{1 - s^{l^i}} \equiv 1 \left(\mathrm{mod}\ \mathfrak{L}^{l^i + l^{i-1} + \cdots + l + 1}\right),$$

woraus durch Potenzieren:

$$\lambda^{h\left(1 - s^{l^i}\right)} \equiv 1 \left(\mathrm{mod}\ \mathfrak{L}^{l^i + l^{i-1} + \cdots + l + 1}\right);\ s^{l^i}\lambda^h \equiv \lambda^h \left(\mathrm{mod}\, \mathfrak{L}^{l^i + l^{i-1} + \cdots + l + h + 1}\right)$$

Ist A eine beliebige Zahl von K, deren Nenner zu $\mathfrak{L}$ teilerfremd ist, so ist auch jetzt:

$$A \equiv \gamma_0 + \gamma_1 \lambda + \gamma_2 \lambda^2 + \cdots + \gamma_h \lambda^h \pmod{\mathfrak{L}^{h+1}} \quad (\gamma_i \text{ Zahlen von } k)$$

$$s^{l^i}A - A \equiv \gamma_1 \left(s^{l^i}\lambda - \lambda\right) + \gamma_2 \left(s^{l^i}\lambda^2 - \lambda^2\right) + \cdots + \gamma_h \left(s^{l^i}\lambda^h - \lambda^h\right) \pmod{\mathfrak{L}^{h+1}}$$

oder wegen oben:

$$s^{l^i}A \equiv A \left(\mathrm{mod}\ \mathfrak{L}^{l^i + l^{i-1} + \cdots + l + 2}\right). \qquad (2).$$

---

[2]) Vergl. Math. Annalen, Bd. 75 (1914), pag. 195. II. Hilfsatz.

Hieraus erkennt man, wie der Körper K im allgemeinen n überstrichene Verzweigungskörper bildet, von denen jeder den Relativgrad l zum vorhergehenden hat. Zugleich ergibt sich der Satz:

Satz: Ist K ein relativ-cyklischer Körper zu k vom Relativgrad l^n und wird ein Primideal $\mathfrak{l}$ von (l) in k die $l^{n\text{te}}$ Potenz eines Primideals in K, so ist die Relativdiscriminante von K in bezug auf k teilbar durch:

$$\mathfrak{l}^{nl^n+(l-2)(l^{n-1}+l^{n-2}+\cdots+l+1)}.$$

Denn die Relativdifferente von A lässt sich so schreiben:

$$\delta(A)=\prod_{h=1}^{l^n-1}(A-s^hA)=\prod_{i=0}^{n-1}\prod_{h=1}^{l^n-l^i}{}'(A-s^{hl^i}A),$$

wo das innere Produkt nur über diejenigen h zu erstrecken ist, die zu l teilerfremd sind. Solcher Zahlen gibt es aber $\varphi(l^{n-i})=l^{n-i-1}(l-1)$. Also ist das innere Produkt durch

$$\mathfrak{L}^{l^{n-i-1}(l-1)(l^i+l^{i-1}+\cdots+l+2)}=\mathfrak{L}^{l^n+(l-2)l^{n-i-1}}$$

teilbar, und $\delta(A)$ durch:

$$\mathfrak{L}^{\sum_{i=0}^{n-1}(l^n+(l-2)l^{n-i-1})}=\mathfrak{L}^{nl^n+(l-2)(l^{n-1}+l^{n-2}+\cdots+l+1)}.$$

Die Relativdiscriminante ist aber die Relativnorm der Differente bezüglich k, w. z. b. w.

Wenn $\mathfrak{l}$ zur Discriminante des Körpers k teilerfremd ist, so lässt sich leicht zeigen, dass die Kongruenz (1) für keine höhere Potenz von $\mathfrak{L}$ erfüllt sein kann. Die im Satz enthaltene Potenz ist dann auch die höchste in der Relativdiscriminante enthaltene Potenz von $\mathfrak{l}$. Dies tritt zum Beispiel ein, wenn k der Körper der rationalen Zahlen und K Unterkörper der l^n-Einheitswurzel ist.

Zürich, den 18. Januar 1917.

Vom freien Fall auf schiefen Ebenen.

Von

A. Kiefer, Zürich.

(Als Manuskript eingegangen den 31. Januar 1917.)

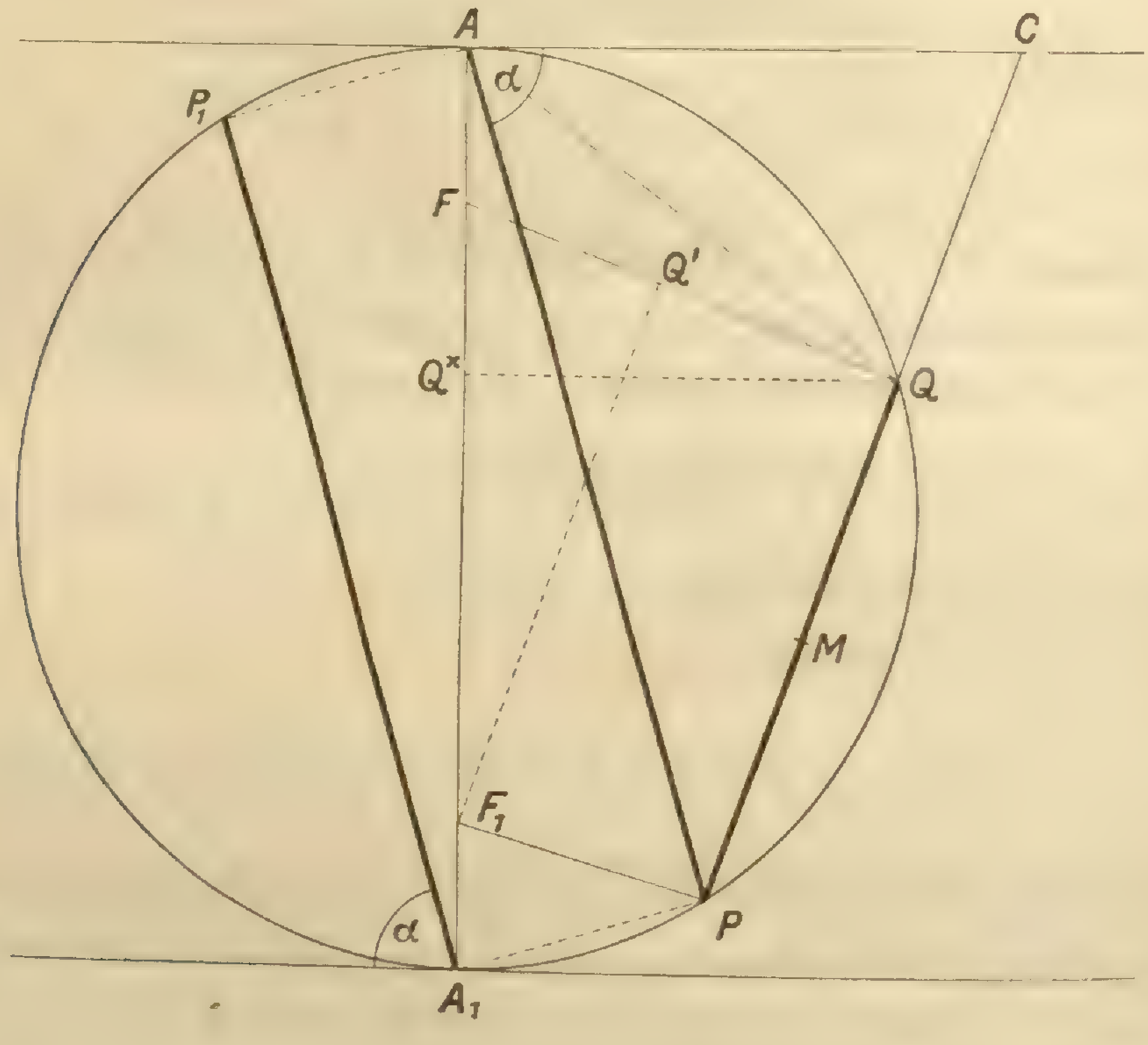
Bei einem Kreis mit dem vertikalen Durchmesser AA_1 werden, wie Galilei gefunden hat, alle Sehnen, die vom höchsten Punkte A ausgehen, und ebenso alle Sehnen, die nach dem tiefsten Punkte A_1 laufen, in derselben Zeit wie der vertikale Durchmesser AA_1 durchfallen. Ist nämlich AP oder P_1A_1 eine Sehne mit dem Neigungswinkel α, und t die Zeit, die ein materieller Punkt zum Durchfallen der Sehne braucht, so ist

$$AP = P_1A_1 = \frac{g \sin \alpha}{2} t^2; \text{ also } t^2 = \frac{2}{g} \frac{AP}{\sin \alpha} = \frac{2}{g} AA_1.$$

Lässt man den Kreis um den vertikalen Durchmesser rotieren, so überträgt sich der Satz auf eine Kugel, und legt man durch den höchsten oder tiefsten Punkt der Kugel irgendeinen Schnittkreis, so werden seine Sehnen, die durch den höchsten oder tiefsten Punkt gehen, in derselben Zeit durchfallen wie der vertikale Durchmesser einer Kugel, die durch den Kreis hindurchgeht und in seinem höchsten oder tiefsten Punkte eine horizontale Tangentialebene hat.

Die angegebenen Eigenschaften lassen sich erweitern. In der Abbildung seien F, F_1 zwei auf AA_1 zum Kreismittelpunkt symmetrisch gelegene Punkte und durch F, F_1 seien die Parallelen FQ, F_1P bis zum Kreis gezogen; dann ist $QP = Q'F_1$, QP und die Parallele $Q'F_1$ stehen auf den zwei durch F, F_1 gezogenen Parallelen FQ, F_1P senkrecht. Dreht man die zwei parallelen Geraden um F, F_1 so beschreibt Q' den Kreis über FF_1 als Durchmesser, QP umhüllt, wie bekannt, die Ellipse, die F, F_1 als Brennpunkte und AA_1 als grosse Axe besitzt. Zum Durchfallen der Sehne QP ist immer dieselbe Zeit notwendig wie zum Durchfallen der Strecke FF_1. Wählt man F, F_1 auf der Verlängerung von AA_1, so ist die Enveloppe von QP eine Hyperbel mit AA_1 als Hauptaxe. D. h.: Wenn man bei

einem Kreis mit dem vertikalen Durchmesser AA_1 alle Ellipsen, die AA_1 zur grossen Axe und ebenso alle Hyperbeln, die AA_1 zur Hauptaxe haben, legt, so liegt auf jeder Tangente irgendeines dieser Kegelschnitte eine Sehne des Kreises und für denselben Kegelschnitt werden alle diese Sehnen in derselben Zeit durchfallen, wie die vertikale Strecke FF_1 zwischen den Brennpunkten des betreffenden Kegelschnittes.



Lässt man den Kreis um AA_1 rotieren, so entsteht die Erweiterung des Satzes auf Kugelsehnen, welche die Gerade AA_1 schneiden und ein Rotations-Ellipsoid oder Hyperboloid berühren mit AA_1 als grosser Axe, beziehungsweise Hauptaxe. Wenn der Kreis auf der Tangente in A rollt, so beschreibt irgendein Punkt P desselben eine Cykloide; die jeweilige Sehne AP ist die Normale und A_1P ist die Tangente der Cykloide in P. AP und PA_1 sind immer Sehnen eines Kreises, dessen vertikaler Durchmesser die Länge AA_1 hat, d. h.: Bei einer Cykloide wird das Stück jeder Normalen zwischen der Leitgeraden des rollenden Kreises und dem Kurvenpunkt, und ebenso das Stück jeder Tangente zwischen Scheiteltangente und Kurvenpunkt in derselben Zeit durchfallen. Da der Krümmungsradius bekanntlich gleich $2PA$ ist, so wird auch jeder Krümmungsradius in konstanter Zeit durchfallen und daher ist das Stück auf der Vertikalen durch den Krümmungs-

mittelpunkt zwischen dem letztern und der Tangente des Kurvenpunktes von konstanter Länge, nämlich, wie direkt ersichtlich, gleich $2AA_1$. Wählt man in der Ebene des Kreises über AA_1 irgendeinen Punkt und frägt nach den Sehnen durch diesen Punkt, die in vorgeschriebener Zeit durchfallen werden, so kann man sagen: Es gibt durch den Punkt zwei solche Sehnen, nämlich die Tangenten des Kegelschnittes mit A, A_1 als Scheitelpunkten und F, F_1 als Brennpunkten, wobei zum Durchfallen der vertikalen Strecke FF_1 die vorgeschriebene Zeit nötig ist. Denkt man sich durch den Punkt alle möglichen Sehnen gelegt, so kann man nach derjenigen fragen, zu deren Durchfallen ein Minimum an Zeit nötig ist; diese Sehne muss die Grenzlage von zwei unendlich benachbarten Sehnen darstellen, zu deren Durchfallen die gleiche Zeit nötig ist. Also ist die gesuchte Sehne diejenige, die auf der Tangente des Kegelschnittes liegt, der durch den gegebenen Punkt geht und A, A_1 als Scheitelpunkte besitzt. Liegt in der Ebene des Kreises über AA_1 eine Kurve, so kann man nach den Tangenten fragen, die solche Kreissehnen enthalten, welche in vorgeschriebener Zeit durchfallen werden. Diese Tangenten sind die gemeinsamen Tangenten der gegebenen Kurve und des Kegelschnittes mit A, A_1 als Scheitelpunkten und F, F_1 als Brennpunkten, wobei die Strecke FF_1 in der vorgeschriebenen Zeit durchfallen wird. Man kann auch nach denjenigen Kurventangenten fragen, die Kreissehnen enthalten, zu deren Durchfallen ein Minimum oder Maximum von Zeit nötig ist. Jede solche Tangente muss die Grenzlage von zwei unendlich benachbarten Tangenten darstellen, die Sehnen mit gleicher Fallzeit enthalten. Also muss die gegebene Kurve in dem Berührungspunkte jeder gesuchten Tangente von einem Kegelschnitt berührt werden, der A, A_1 als Scheitelpunkte besitzt. Um die Anzahl dieser Punkte zu ermitteln, kann man die gegebene Kurve, die von der n^{ten} Ordnung sein soll, in n gerade Linien degenerieren lassen; dann wird jede Gerade von einem Kegelschnitt berührt, der A, A_1 als Scheitelpunkte hat und durch jeden der $\frac{n(n-1)}{2}$ Schnittpunkte der n Geraden gibt es ebenfalls einen solchen Kegelschnitt. Aber derselbe zählt doppelt, weil die Kurve im Schnittpunkt von zwei Geraden sich wie eine Hyperbel verhält, deren beide Äste berührt werden. Also ist die gesuchte Anzahl $n + 2\frac{1}{2}n(n-1) = n^2$.

Hat man in einer vertikalen Ebene eine Kurve n^{ter} Ordnung und einen Punkt A, so kann man, in geometrischem Sinne, nach den Strecken von A nach Punkten der Kurve, oder von Punkten der

Kurve nach A fragen, so dass die Strecken in gegebener Zeit durchfallen werden. Die fraglichen Punkte auf der Kurve sind die $4n$ Schnittpunkte der Kurve mit den zwei Kreisen durch A, die in A eine horizontale Tangente und gegebenen Durchmesser haben. Soll die Zeit zum Durchfallen einer solchen Strecke ein Minimum oder Maximum sein, so muss die Strecke die Grenzlage von zwei unendlich benachbarten Strecken mit gleicher Fallzeit darstellen. Also erhält man die bezüglichen Punkte der Kurve als Berührungpunkte von Kreisen durch A, die in A eine horizontale Tangente haben. Die Zeit ist ein Minimum oder Maximum, je nachdem die Kurve an der Berührungsstelle ausserhalb oder innerhalb des Kreises verläuft. Um die Anzahl dieser Punkte zu ermitteln, kann man die Kurve in n Geraden zerfallen lassen; dann wird jede Gerade von zwei Kreisen berührt und durch den Schnittpunkt von je zwei Geraden geht ein Kreis, der aber doppelt zählt, weil die Kurve im Schnittpunkt von zwei Geraden sich wie eine Hyperbel verhält, deren beide Zweige berührt werden. Also ist die Anzhl solcher Kurvenpunkte, deren Verbindungslinien mit A ein Minimum oder Maximum der Fallzeit beanspruchen $2n + 2\frac{1}{2}n(n-1) = n^2 + n$.

Sind P, Q irgend zwei Punkte in einer vertikalen Ebene, so kann man nach dem Ort eines Punktes fragen, dessen Verbindungslinien mit P, Q in gleicher Zeit durchfallen werden. Dieser Ort ergibt sich, indem man alle Kreise durch P, Q legt und die Endpunkte A, A_1 ihrer vertikalen Durchmesser aufsucht. Aus der Abbildung folgt $\sphericalangle CAQ = APQ$, $\sphericalangle CAQ = AQQ^*$, also $\sphericalangle APQ = AQQ^*$, d. h.: die Strahlen PA und QA bilden zwei entgegengesetzt gleiche Büschel, und der Ort von A ist die gleichseitige Hyperbel, für welche PQ ein Durchmesser ist und die Tangenten in P, Q horizontal sind. Man kann die Hyperbel noch auf eine andere Art finden; aus der Abbildung $\overline{CA}^2 = CQ \cdot CP = (CM - MQ) \cdot (CM + MQ) = \overline{CM}^2 - \overline{MQ}^2$, oder $\overline{MC}^2 - \overline{CA}^2 = \overline{MQ}^2$, d. h. der Ort von A ist die gleichseitige Hyperbel, für welche PQ und die horizontale Strecke von gleicher Länge durch M als Mitte zwei konjugierte Durchmesser sind. Die Asymptoten halbieren die Winkel zwischen den zwei konjugierten Durchmessern. Diese Hyperbel könnte man noch auf eine dritte Art finden, indem man gleich grosse Kreise mit horizontalen Tangenten in P, Q, beide Kreise unterhalb oder beide oberhalb der Tangenten, legt und miteinander schneidet. Die Gesamtheit der Schnittpunktspaare bildet die Hyperbel; die zwei Punkte eines Paares bilden immer die Endpunkte einer zu PQ senkrechten Hyperbelsehne.

Wenn die zwei Kreise sich berühren, so ist der Berührungspunkt ein Punkt auf der Hyperbel von der Eigenschaft, dass seine Verbindungslinien mit P, Q in gleicher Zeit, die zudem ein Minimum ist, durchfallen werden. Es gibt zwei solche Punkte, deren Verbindungslinien mit P, Q in gleicher und minimaler Zeit durchfallen werden; aus Symmetriegründen sind die zwei Punkte einfach die Schnittpunkte der Hyperbel mit dem Kreis über PQ als Durchmesser.

Wählt man in der vertikalen Ebene durch P, Q einen dritten Punkt R, so kann man nach den Punkten fragen, die mit P, Q, R verbunden, drei Strecken liefern, welche in gleicher Zeit durchfallen werden. Es gibt zwei solche Punkte und sie werden einfach gefunden, indem man durch P, Q, R einen Kreis legt und die Endpunkte seines vertikalen Durchmessers aufsucht. Diese zwei Punkte sind die gemeinsamen Punkte der drei gleichseitigen Hyperbeln, welche zu je zwei der drei Punkte P, Q, R gehören.

Sucht man alle Punkte im Raum, die, mit den zwei Punkten P, Q verbunden, zwei Strecken geben, welche in gleicher Zeit durchfallen werden, so hat man alle Kugeln durch P, Q zu legen und den Ort der Endpunkte ihrer vertikalen Durchmesser zu suchen, oder man hat an jede der durch P, Q gehenden Kugeln die horizontalen Tangentialebenen zu legen und den Ort der Berührungspunkte zu ermitteln. Irgendeine horizontale Ebene wird von unendlich vielen Kugeln berührt; ist C der Schnittpunkt der Ebene mit PQ, so ist CA die mittlere Proportionale zwischen CQ und CP. Alle Punkte des gesuchten Ortes, die in der horizontalen Ebene liegen, bilden also einen Kreis mit dem Mittelpunkt C und dem Radius CA. Dieser Kreis hat einfach eine horizontale Sehne der zu P, Q gehörigen gleichseitigen Hyperbel zum Durchmesser. Der gesuchte Ort ist die Fläche zweiter Ordnung, welche entsteht, wenn man über jeder horizontalen Sehne der gleichseitigen Hyperbel als Durchmesser einen horizontalen Kreis legt. Die Fläche, die in P, Q horizontale Tangentialebenen hat, besitzt noch andere Kreisschnittebenen. Zwei gleich grosse Kugeln, durch P, Q mit horizontalen Tangentialebenen in P, Q und auf gleicher Seite derselben gelegen, schneiden sich in einem Kreis, welcher ebenfalls der Fläche zweiter Ordnung angehört. Die Ebenen dieser Kreise stehen wegen der Gleichheit der Kugeln auf der zur jeweiligen **Zentralen parallelen Geraden PQ senkrecht.**

Hat man drei Punkte P, Q, R im Raum, so werden alle Punkte, deren Verbindungsstrecken mit den drei Punkten in gleicher Zeit

durchfallen werden, gefunden, indem man alle Kugeln durch P, Q, R legt und die Endpunkte ihrer vertikalen Durchmesser, oder die Berührungspunkte der horizontalen Tangentialebenen sucht. Die Mittelpunkte dieser Kugeln liegen in einer Geraden, welche auf der Ebene der drei Punkte senkrecht steht; die Vertikalebene durch diese Gerade schneidet die Kugeln in einem Büschel von Kreisen, deren vertikale Durchmesser in ihren Endpunkten den Ort dieser Punkte liefern. Der Ort ist also eine gleichseitige Hyperbel. Sie ist der gemeinsame Schnitt des zu den zwei Punkten P, Q gehörigen, oben besprochenen Hyperboloids mit den zwei andern Hyperboloiden, die in gleicher Weise zu Q, R und R, P gehören.

Wenn vier Punkte im Raume gegeben sind, P, Q, R, S, so gibt es zwei Punkte, deren Verbindungsstrecken mit den vier Punkten in gleicher Zeit durchfallen werden. Es sind die Endpunkte des vertikalen Durchmessers der durch die vier Punkte gehenden Kugel. Diese zwei Punkte sind die gemeinsamen Punkte der sechs Hyperboloide und vier gleichseitigen Hyperbeln, die zu je zwei, beziehungsweise zu je drei von den vier Punkten gehören.

Die bisherigen Betrachtungen geben noch zu weitern Fragen Veranlassung. Legt man in der Abbildung die Kugel über AA_1 als Durchmesser, schneidet sie mit einer beliebigen Ebene, projiziert F, F_1 auf die Ebene und legt durch die Projektionen in der Ebene zwei Parallelen, so liegen zwischen ihnen Sehnen des Schnittkreises, die in derselben Zeit durchfallen werden wie FF_1, d. h.: In einer beliebigen Schnittebene der Kugel liegen unendlich viele Kugelsehnen, die in gleicher Zeit durchfallen werden; diese Sehnen umhüllen einen Kegelschnitt mit dem höchsten und tiefsten Punkte des Schnittkreises als Scheitelpunkten. Durch einen beliebigen Punkt im Raum gibt es unendlich viele Kugelsehnen mit gleicher Fallzeit; in jeder Ebene durch den Punkt liegen dem eben ausgesprochenen Satze gemäss zwei Sehnen. Also bilden alle durch einen Punkt gehenden Kugelsehnen mit gleicher Fallzeit einen Kegel zweiter Ordnung. Liegt der Punkt auf der Kugel, so zerfällt der Kegel in zwei Ebenen. Sollen die Kugelsehnen mit vorgeschriebener Fallzeit zwei gegebene windschiefe Geraden treffen, so gehen, nach dem angegebenen, durch jeden Punkt jeder Geraden zwei Kugelsehnen und in jeder Ebene durch jede der Geraden liegen ebenfalls zwei Kugelsehnen, d. h. diese Kugelsehnen liegen auf den Erzeugenden einer Regelfläche vierter Ordnung, welche die zwei windschiefen Geraden zu Doppelgeraden hat. Allgemeiner, und in geometrischem Sinne aufgefasst, kann man für eine beliebige Kurve oder Fläche im Raum die Sehnen

suchen, welche in gegebener Zeit durchfallen werden; hat man zwei Kurven, oder eine Kurve und eine Fläche, oder zwei Flächen, so kann man nach solchen Strecken fragen, welche Punkte des einen und andern Gebildes verbinden, so dass die Fallzeit für solche Strecken einen gegebenen oder auch einen extremen Wert hat. Man findet zum Beispiel bei zwei Flächen die Verbindungsstrecken mit gegebener Fallzeit, indem man in jedem Punkt der einen Fläche die zwei Kugeln mit horizontaler Tangentialebene und gegebenem Durchmesser legt, dann jede Kugel mit der andern Fläche schneidet und die Punkte des Schnittes mit dem gewählten Punkt verbindet. —

Die ältesten Nutz- und Kulturpflanzen.

Von

H. Brockmann-Jerosch.

(Hiezu Tafel II und III.)

(Als Manuskript eingegangen am 3. Februar 1917.)

Die Urgeschichte unserer Nutz- und Kulturpflanzen liegt noch vielfach in Dunkelheit gehüllt, da die geschichtlichen Quellen trotz der vielen direkten und indirekten Anhaltspunkte doch nur wenig zur Klärung beigetragen haben. Die schriftlichen Zeugen reichen bei uns mit wenig Ausnahmen nur bis in das erste Jahrtausend nach Christi zurück. Wir können durch sie wohl feststellen, dass unsere heutigen Arten bereits damals vorkamen, wenn sie auch in einem andern Mengenverhältnis gebaut und auf andere Weise gebraucht wurden. Die Brei- und Suppennahrung herrschte beispielsweise vor und das gegorene Brot war noch unbekannt. Aber unsere heutigen Nutzpflanzen bestanden schon damals und es fand nur ein Wechsel in der Wichtigkeit statt oder es wurden neue Kulturpflanzen aus andern Erdteilen eingeführt. Wir erfahren aber durch diese Quellen nicht, wie neue Kulturpflanzen aus der natürlichen Flora zur Kultur herangezogen wurden und welches die ältesten Nutzpflanzen überhaupt waren.

Die historischen Quellen leiden alle an dem gleichen Mangel: wenn wir beobachten, was von unsern heutigen Kulturpflanzen zur Aufzeichnung kommt, das dann der späteren Generation als historische Quelle zu dienen hat, so sind es in erster Linie Berichte über marktgängige Produkte, also diejenigen, die im Handel Bedeutung besitzen. Von ihnen wissen wir durch die landwirtschaftlichen Schriftsteller, wo und wie sie gebaut werden, wir kennen ihren Handelswert, ihre Preise, gesetzliche Bestimmungen darüber usw. Was wir aber nicht erfahren können, das ist die Art, wie der Mensch aus wilden Arten genutzte Pflanzen und Kulturpflanzen machte, was zu einer Zeit geschehen sein muss, bevor sie schon handelsfähig waren.

Da also in der ältesten historischen Zeit unsere heutigen Nutzpflanzen bereits bestanden, so müssen wir versuchen, in die vor-

historische Zeit zurückzugehen. Hier stützen sich unsere Kenntnisse auf die subfossilen Pflanzenreste der prähistorischen Niederlassungen.

Das Suchen nach solchen Resten war von wechselndem Glücke begleitet, was mit den Erhaltungsbedingungen für pflanzliche Stoffe zusammenhängt, die eben sehr verschieden sind. Beinahe nur das Wasser mit seinem Luftabschluss vermag es, pflanzliche Reste aus prähistorischer Zeit der Nachwelt zu erhalten. Auf diese Weise ist es zu verstehen, dass die Artefakte nur selten von pflanzlichen Resten begleitet sind. Wir in der Schweiz haben das grosse Glück gehabt, in den Pfahlbauresten aus der neolithischen und der Bronze-Zeit zahlreiche pflanzliche Funde zu machen, sodass wir einen tiefen Einblick in diese zwei Kulturepochen gewinnen konnten. Wir hatten aber auch zur Zeit der Entdeckung der Pfahlbauten unter den damaligen Gelehrten geeignete Persönlichkeiten, die in verständnisvoller Arbeit das Material zu deuten wussten. Ich möchte nur an Messikomer, der als Laie, aber mit ausserordentlichem Verständnis die schönen Ausgrabungen am Pfäffikonersee machte und an Oswald Heer erinnern. Er hat das gesammelte Material bestimmt und daraus weitgehende Schlüsse zu ziehen vermocht. Heer hat einen würdigen Nachfolger in seinem Schüler C. Schröter, und dieser eine Stütze in Neuweiler gefunden. Beide haben es verstanden, die Heer'schen Resultate immer nach dem Stande der Wissenschaft zu ergänzen.

So schön unsere Kenntnisse über die von den Pfahlbauern genutzten Pflanzen sind, so mangelhaft sind wir unterrichtet über die Zeiten vor den Pfahlbauten und ebenso über die nachfolgende Periode. Es ist kaum zu erwarten, dass in nächster Zeit diese beiden Lücken gefüllt werden, da hier den vielen Funden von Artefakten immer nur spärliche pflanzliche Reste gegenüberstehen. Hier ist eben das aufbewahrende Medium Erde, die für pflanzliche Reste sehr wenig günstige Erhaltungsbedingungen bietet.

Bei diesem Stande der Erforschung unserer früheren Nutzpflanzen drängt sich die Frage auf, ob es nicht andere Mittel und Wege gibt, um diese Lücken zu füllen und vielleicht auch die bisherigen Funde eingehender zu deuten. Die Quellen, die ich noch mehr als bisher heranziehen möchte, das sind die landwirtschaftlich-ethnographischen. Gerade die Schweiz als Gebirgsland mit alten Sitten und Gebräuchen, mit oft ungünstigem Klima muss mehr als ein anderes Land uns Winke über die primitiven Verhältnisse bieten und sogar noch Reste von solchen erkennen lassen.

Bevor wir nun diesen nachgehen, seien einige allgemeinere Betrachtungen eingeschoben, die zeigen, wie man sich solche primitiven Nutzungsarten und ihre Weiterentwicklung zu denken hat.

Die älteren Autoren nehmen an, die Menschen hätten sich wirtschaftlich in drei Stufen entwickelt. Die am tiefsten Stehenden hätten sich von Jagd und Fischfang ernährt. Auf einer spätern Stufe trieben sie Viehzucht und auf der heute höchsten den Ackerbau. Diese Dreistufentheorie hat das ganze Denken über die Urzustände und die Entwicklung der Menschheit beherrscht, ja sie beherrscht es auch noch heute zum grossen Teile. Sie gilt auch heute noch als Voraussetzung bei wissenschaftlichen Studien und auch, was uns hier am meisten berührt, bei der Frage nach der Herkunft und der Geschichte der Nutzpflanzen, darunter vor allem der Kulturpflanzen.

Kein Geringerer als Alexander von Humboldt hat gegen diese Anschauung Front gemacht und sie mit aller Entschiedenheit bekämpft. Er wies darauf hin, dass die südamerikanischen Indianer eine Bodenbearbeitung kennen, ohne je Hirten gewesen zu sein. Die intensivste Bodenausnutzung geschieht auch heute noch in China und die Chinesen haben die Stufe eines Hirtenvolkes nie gekannt; sie verabscheuen die Milch. Trotz dem hohen Ansehen von Humboldt war seine energische Widerlegung, auf genauer Kenntnis der heutigen primitiven Völkerschaften beruhend, vergeblich.

Es ist nun das hohe Verdienst von Eduard Hahn[1]) in Berlin, ein grosses Material hierüber gesammelt und gesichtet zu haben. Aus dem Studium der Wirtschaftsformen der heutigen und der in geschichtlicher Zeit ausgestorbenen Völker ergibt sich ihm nun, dass die tiefstehenden Völker sich viel weniger von den immerhin unsichern Erträgnissen der Jagd ernähren, als von den gesammelten Pflanzen. Früchte, Blätter, Knospen, Wurzeln, Knollen, junge Schosse, überhaupt alle Teile von gewissen Pflanzen werden gesammelt und dienen als Hauptnahrung für diese Stämme. Die Jagdbeute ergänzt die gesammelte Nahruug, sie ist aber nicht die Grundlage der Ernährung. Der Botaniker Linck, der sich mit dieser Frage ebenfalls beschäftigt hat, bezeichnet mit Hahn diese Völker als auf der Sammelstufe stehend.

Das Bestreben, die Nahrung immer sicher zu erhalten, musste dazu führen, gewisse Pflanzen zu schonen. Sie dürfen bei dem Nahrungsammeln nicht dauernd geschädigt oder vernichtet werden. Wenn in dieser Absicht einzelne Pflanzen, z. B. die zu kleinen, unbrauchbaren Knollen oder Teile von Rhizomen wieder in die Erde zurückgelegt werden, damit die Pflanze nicht aussterbe, so wird aus einer ge-

[1]) Von der Hacke zum Pfluge. Wissenschaft und Bildung, Leipzig 1914, s. auch die dort angeführte Literatur.

sammelten Art eine Kulturpflanze. Das erste Kulturland ist der gehackte Boden und das wichtigste Instrument die Hacke. Diese zweite Stufe nennt Hahn deshalb den Hackbau.

Die Wichtigkeit des Hackbaues geht daraus hervor, dass auch heute noch Millionen von Menschen sich allein durch den Hackbau nähren und dabei eine Kulturstufe erreicht haben, die der europäischen gleichkommt. Steht doch China heute noch auf dieser Stufe. Auch in der Schweiz ist der Hackbau noch üblich und eine Reihe von Alpentälern haben nie einen Pflug gesehen. Gibt es doch heute noch Schweizer, die erst bei Anlass des Militärdienstes zum ersten Male in ihrem Leben einen Pflug zu sehen bekommen.

Die dritte Stufe ist dann die, bei der die „Hacke“ von Tieren gezogen wird, wodurch sie zum Pfluge wird. Dann spricht man von Pflugbau.

Die Viehzucht hat nach diesen Ansichten eine eigene Entwicklung, die sowohl neben dem Hackbau als auch neben dem Pflugbau einhergehen kann.

Wenn ein Volk von einer Stufe zu einer andern übergeht, so wird die alte Wirtschaftsstufe nicht restlos aufgegeben; sie behält anfänglich noch ihre Bedeutung und erst nach und nach schmilzt sie zu einem unbedeutenden Rest zusammen. Die Zeit, zu welcher sich dieser Prozess vollzieht, muss verschieden sein, je nach dem Klima, je nach der Güte des Bodens und je nach den Verkehrsverhältnissen Es lässt sich erwarten, dass von diesen alten, primitiven Kulturstufen im rauhen Klima der Alpen in abgelegenen Tälern sich noch Reste finden lassen. Hat doch der Pflugbau in viele Täler keinen Eingang gefunden und bildet doch der Hackbau dort die höchste Kulturstufe. In der Tat lassen sich aus der Zeit der Sammelstufe noch eine ansehnliche Zahl von einheimischen Nutzpflanzen namhaft machen, obschon eine eingehende und auf dieses Ziel hin gerichtete Untersuchung vorläufig noch fehlt.

Wie spät einzelne Produkte aus der Sammelstufe verlassen worden sind, ja wie sie heute noch in einzelnen Alpengegenden eine gewisse Rolle spielen, das zeigt uns eindringlich das Beispiel der Mehlbeeren und der Vogelbeeren, alles Arten der Gattung *Sorbus*.

Das Sammeln der Beeren von *Sorbus*-Arten als menschliche Nahrung muss früher viel allgemeiner gewesen sein, denn in vielen Gegenden Europas haben sich Reste dieses Gebrauches erhalten. In verschiedenen Alpengegenden kommt den Beeren von *Sorbus Aria* (L.) Crantz, der Mehlbeere selbst heute noch eine gewisse Rolle in der

Volksernährung zu.[1]) In Amden am Walensee sammeln ärmere, kinderreiche Familien die Beeren und trocknen sie. Im Winter werden sie ohne weitere Zubereitung oder Beigabe den Kindern als Speise vorgesetzt. Im Maderanertal im Kanton Uri kamen einzelne Kinder bis vor kurzem im Winter mit getrockneten Mehlbeeren und Haselnüssen in die Schule und genossen sie in der Mittagspause als Mittagessen. Aber auch im Mittelland hat man noch vor nicht langer Zeit die Beeren als menschliche Speise geschätzt. Noch vor 30 Jahren wurde den Kindern von Familien, die durchaus nicht als arm galten, in Rüdlingen am Buchberg, Kt. Schaffhausen, Vogelbeerbrei vorgesetzt. Ja, wenn die Kinder Hunger hatten, so wies man sie an, in den Wald zu gehen und mit diesen Beeren sich zu sättigen. Gehen wir noch weiter zurück, so erscheint die Mehlbeere uns Ende des 17. Jahrhunderts an einzelnen Orten als Volksnahrung. So berichtet Zwinger 1696[2]), dass die Beeren von *Sorbus Aria* „den Burgundischen und Lothringischen Bauern in dem Winter eine delikate Speise abgeben".

Im romanischen Sprachgebiet scheinen überhaupt die *Sorbus*-Arten eine grössere Bedeutung gehabt zu haben, als im alemannischen. Noch heute werden die Früchte von *Sorbus domestica* L. in Toulouse von Verkäufern auf der Strasse ausgerufen.[3]) In frischem Zustande sind sie herbe, weshalb man sie in Stroh legt und teig werden lässt und alsdann durch Aussaugen geniesst.

Aber auch an andern Orten waren die *Sorbus*-Beeren marktgängig. So berichtet Zwinger (l. c.) von *S. tominalis*, dass man — also Ende des 17. Jahrhunderts — „in dem Weinmonat diese Früchte in Wien auf den Markt bringet, welche die Jugend und arme Leut einkaufen". Grosse Bedeutung hatten die Früchte also nicht mehr, da nur die Kinder und die armen Leute sich um sie interessierten.

Bei uns spielten die Beeren von *Sorbus*-Arten noch eine längere Zeit eine gewisse wirtschaftliche Rolle. Um die Mitte des letzten Jahrhunderts wurde in der Gemeinde Unterterzen der auf Almendland am Fusse der Churfirsten wachsende Ertrag an Mehlbeeren (*S. Aria*) jährlich öffentlich versteigert. Dienten die Beeren auch schon damals vorzugsweise zur Schweinemast, so war doch noch wohlbekannt, dass man sie zum Strecken des Brotteiges und um dem Brot einen süsslichen Geschmack zu geben, verwenden könne. Es wurden auch damals solche Brote gebacken und sie sind den alten Leuten aus ihrer

---

[1]) S. auch H. Brockmann-Jerosch, Vergessene Nutzpflanzen. In: „Wissen und Leben", VII. Jahrgang, 1. und 15. Jan. 1914, Zürich.

[2]) Theatrum botanicum, das ist vollkommenes Kräuterbuch usw. Basel 1696.

[3]) Rolland, Flore populaire, Bd. V, S. 114, Paris 1904.

Kinderzeit als Leckerbissen in Erinnerung geblieben. Auch in Fusio, im obern Teile des Maggiatales (Kt. Tessin), war bis Ende des letzten Jahrhunderts die Mehlbeere als Mehlpflanze in Gebrauch und es scheint, dass dort aus den getrockneten Beeren Mehl bereitet wurde.

Die Herstellung von Mehl aus *Sorbus*-Früchten ist wohl ein alter und weitverbreiteter Gebrauch gewesen, denn wir finden an verschiedenen Orten Spuren davon vor, und in den Hungerjahren hat man immer wieder darauf zurückgegriffen. Maurizio[1]) erwähnt ganz allgemein, dass im 18. Jahrhundert in Frankreich die Früchte von *Sorbus* (les cormes, d. i. *Sorbus domestica* oder *S. aucuparia* oder beide) an der Sonne oder im Ofen getrocknet, gepulvert und dem Brotteig zugesetzt wurden. Im Hungerjahre 1817 ist die mehlige Frucht von *Sorbus chamaemespilus* (L.) Crantz von der Zernetzerbevölkerung im Unterengadin mit dem Mehl vermengt und zum Brotbacken verwendet worden.[2]) In der gleichen Hungerzeit, im Jahre 1816, wurden im Val de Bagnes im Wallis die gemahlenen Früchte („de la mouture des fruits de sorbier [ou alizier, les arsâes] desséchés) der Kleie und dergl. beim Brotbacken beigefügt.[3])

Bei ihrer Wichtigkeit als Nährpflanze zählte in der germanischen Mythologie die Eberesche, *Sorbus aucuparia*, zu den heiligen Bäumen, und Teilen der Pflanze wurden übernatürliche Kräfte zugeschrieben. In Schweden gebrauchte man Zweige der Eberesche zum Heben verborgener Schätze. Die jungen Burschen behaupteten sogar, dass die Mädchen ihnen niemals widerstehen könnten, sobald sie ein kleines Stück eines solchen Baumes bei sich trügen.

Es ist eine allgemeine Erscheinung, dass in vorchristlicher Zeit dem Menschen nützliche Pflanzen (und Tiere) als heilig erklärt wurden. Damit will man sie wohl in erster Reihe in den Schutz des Menschen stellen. Die für die Ernährung des Volkes wichtigen Pflanzen sind eben unersetzlich, sie dürfen nicht durch Eigennutz des Einzelnen, aus Unachtsamkeit oder Mutwillen geschädigt werden. Es ist also nur ein kleiner Schritt, der aus einer blossen Nutzpflanze eine geschützte Pflanze macht. Da der Mensch im mitteleuropäischen Waldgebiete einen fortwährenden Kampf gegen die Bäume führen musste, schon um genügend Weide für seine Tiere zu erhalten, kann man sich leicht vorstellen, wie ein solcher Schutz,

---

[1]) Maurizio, A., Die Getreidenahrung im Wandel der Zeiten. Zürich, Orell Füssli, Zürich 1916.

[2]) Brunies, St., Flora des Ofengebietes, S. 115, Anm. 2. Jahresbericht der naturf. Gesellsch. Graubündens, Bd. 48, 1906.

[3]) Gabbud, Maurice, Années de misère. „Le Conteur vaudois", 54e année, nº 48, 49, 1 et 2 déc. 1916 und: L'an de misère au Val de Bagnes 1816—1916. Annales valaisannes, nº 1, 1916.

wie er durch Sitte und Religion vorgeschrieben wurde, eine Baumart vermehren konnte, sodass schliesslich selbst das Vegetationsbild dadurch beeinflusst erschien.

Als ein weiterer, aber eigentlich nicht sehr grosser Schritt erscheint es dann, wenn geschonte Nutzpflanzen an günstigere Standorte versetzt werden. Es lässt sich ja leicht denken, dass man junge Mehlbeerbäume lieber an solchen Standorten sah, wo sie Früchte tragen konnten, als da, wo sie zugrunde gehen mussten. Von diesem Gedanken bis zur Tat des Versetzens ist es nur eine kleine Sache und damit wird aus einer bloss geschonten Nutzpflanze eine Kulturpflanze, auch wenn sie keine weitere Pflege geniesst. Wir sind gewohnt, zwischen den sogenannten wildwachsenden Nutzpflanzen und den Kulturpflanzen einen grossen Unterschied zu machen, während sie, wie wir sehen, in Wirklichkeit durch die in verschiedenster Weise geschonten Nutzpflanzen mit allen Übergängen verbunden sind.

Das Verpflanzen von *Sorbus*-Bäumchen ist tatsächlich vorgekommen und hat zur Kultur des Vogelbeerbaumes geführt. Der Plan des Klosters von St. Gallen sieht im Mustergarten des Klosters einen *Sorbarios* vor, neben Birnen-, Äpfel- und Feigenbäumen. Bis ins späte Mittelalter hinein lässt sich die Kultur der Mehl- und Vogelbeerbäume nachweisen und selbst heute kennt man sie noch im Kanton Tessin als gepflanzte Obstbäume. Am Comersee werden sie sogar gepfropft, da man die Beeren beim beliebten Vogelfang braucht.

Auch eine andere, fast selbstverständlich erscheinende Annahme möchten wir bei dieser Gelegenheit klarstellen. Der Obstbau gilt oft als eine verhältnismässig junge Kulturart. Er ist jedoch nur ein kleiner Zweig eines alten und über die grössten, einst bewaldeten Gebiete der Erde verbreiteten Baumbaues. Als ein solcher spielt nun der Bau der Eiche eine sehr grosse Rolle, wie ich dies im folgenden zeigen möchte.

Es ist bekannt, dass im Mittelalter die Eichel als Schweinefutter eine sehr grosse Bedeutung besass und dass man den Wert der Wälder nach der Zahl der Schweine bemass, die man darin mästen konnte. Es stund also bei den damaligen Wäldern die Holzgewinnung erst in zweiter Linie, während der Eichel als Frucht die Hauptbedeutung zukam. Es lassen sich daher jene Wälder besser mit den heutigen Kastanienhainen des Tessin und des Südfusses der Alpen überhaupt als mit unsern heutigen Wäldern des Schweizer Mittellandes vergleichen. Es waren Fruchthaine oder, wie wir heute in der Ostschweiz sagen würden, „Baumgärten“.

Das grosse Ansehen, das die Eiche als heiliger Baum genoss, rührt aber aus einer noch frühern Zeit her. Sie war ja schon den alten Griechen heilig und durch ihre Schriftsteller erfahren wir, dass sie ein wichtiger Nährbaum der damaligen Gebirgsbewohner war. Auch geht aus ihren Schriften hervor, dass die Griechen selber sich in vorhistorischer Zeit der Eichel als menschlicher Nahrung bedienten. Sie selbst mögen schon im Jahre 1000 v. Chr. diese Nahrung verlassen haben, aber die Erinnerung daran war noch bis zur Zeit um Christi Geburt lebendig geblieben.

Auch bei den Germanen war die Eiche ein hochheiliger Baum, weil die Eicheln eine wichtige Mehlnahrung auch der Germanen waren. Die Strafen, die auf eine Schädigung der Eiche gesetzt waren, entprechen ihrer Unentbehrlichkeit. Sie übersteigen an Grausamkeit alle unsere heutigen Vorstellungen. So bestimmte das Oberurseler Weistum[1]): „Item es soll niemand Bäume in der Mark schälen, wer das täte, dem soll man sein Nabel aus seinem Bauch schneiden und ihn mit demselben an den Baum negeln und denselben Baumschäler um den Baum führen, so lang bis sein Gedärm alle aus dem Bauche auf den Baum gewunden seien."

Dabei liegt die Ansicht zugrunde, dass die heilige Eiche eine Person sei und der Frevel an ihr nur durch ein Opfer wieder gut gemacht werden könne, und zwar musste nach dem alten Rechtssatz „Auge um Auge, Zahn um Zahn" Gleiches durch Gleiches gesühnt werden, indem man die Rinde des personifizierten Baumes den Gedärmen des Menschen gleichstellte.

Aus vielen Rechtsregeln geht hervor, dass die Eiche als fruchttragender Baum zu schützen sei, wie es z. B. das Schaumburger alte Landrecht zeigt (Mannhardt l. c. S. 26): „Der en fruchtbaren Baum truddelte, soll mit seinen Dermen nach ufgeschnittenem Bauche umb den Schaden gebunden und damit zugehelen werden. Wenn jemand einen fruchtbaren Baum abhauete und den Stamm verdeckte dieblicher Weise, dem soll seine rechte Hand uf den Rucken gebunden und sein Gemechte uf den Stammen genegelt werden und in die linke Hand eine Axe geben sich damit zu lösen."

Die Frage liegt nahe, ob je solche grausame Strafen vollzogen wurden. In den Ländern der germanischen Zunge lässt sich in der Tat der Vollzug einer solchen Strafe nicht nachweisen. Wir dürfen aber anderseits in ihnen wohl kaum nur eine blosse bildliche Drohung sehen, wie man meist anzunehmen geneigt ist.

---

[1]) Mannhardt, Wald- und Feldkulte, II. Aufl. besorgt von Henschkel. Bd. I, S. 26, Berlin 1905.

Als die ersten christlichen Prediger nach den germanischen Ländern kamen, hatten sie einen schweren Kampf gegen die heidnischen Sitten und Gebräuche zu bestehen und manche Märtyrergeschichte erinnert daran, dass das Umhauen der altheidnischen Eichen mit grausamem Tode gerächt wurde. Die Quellen aus der Zeit der Eroberung Preussens durch den deutschen Ritterorden besagen, dass die Ritter selbst im Jahre 1231 die gleiche grausame Strafe des Entdärmens an dem heidnischen Häuptling Pipin als Vergeltung für die Hinrichtung von Christen auf dieselbe Weise vollzogen. Nach dieser grausamen lettisch-preussischen Strafsitte wurden von heidnischer Seite die Christen gerichtet, die die heiligen Bäume vernichteten; ja, es war ihnen überhaupt verboten, sich nur den heiligen Bäumen und Hainen zu nähern. Auch in der Schweiz stunden auf das Umhauen wichtiger Bäume sehr hohe Strafen. Im Urserental waren z. B. die Arven und Tannen (gemeint ist *Picea*) gebannt und auf das Umhauen gewisser Grenzarven stand die Todesstrafe.

Wenn in späterer, in christlicher Zeit die alten Gesetze noch blieben, aber niemand mehr daran dachte, sie wörtlich auszuführen, so lag das wohl einerseits an der Einführung des Christentumes, dann aber anderseits an der veränderten wirtschaftlichen Lage. Es ist doch auffällig, wie Hand in Hand mit der Einführung des Christentums das Fällen der heiligen Fruchtbäume immer zusammenging.

Die christlichen Missionare gingen ja auch gegen die gewohnte Fleischnahrung der germanischen Völker vor. Papst Gregor III. sandte im Jahre 732 an den heiligen Bonifacius ein Schreiben, worin u. a. das Pferdefleischessen, sowohl von wilden wie von zahmen Pferden, als unrein und gottlos zu verbieten und Zuwiderhandelnde mit schwerer Busse zu belegen seien. Es kostete die christlichen Missionare die grösste Mühe, die Gläubigen davon abzubringen. „Als im Jahre 1000 in Island das Christentum durch Beschluss der Landesgemeinde eingeführt wurde, behielten sich die alten Norweger ausdrücklich uneingeschränkte Hippophagie vor. Die Bauern von Drontheim, von König Olaf zum Christentum bekehrt, hatten bei einem Misswachse nichts Eligeres zu tun als das Herbstopfer abzuhalten, die Minne ihrer alten Asen zu trinken und Pferde zu schlachten, ihre Altäre mit Pferdeblut zu bestreichen. König Hakon der Gute, mit seiner Familie zum Christentum übergetreten, wurde bei einem jener Freudenfeste, die im Altnordischen „Gledir“ hiessen, vom Volke über den Kessel geduckt, in dem das Pferdefleisch kochte, und gezwungen, wenigstens so zu thun, als ob er die Bouillon kostete, wenigstens die Dämpfe einzuatmen. Im Norden sollen sich die

Pferdeopfer bis in die zweite Hälfte des 11. Jahrhunderts erhalten haben.“ [1])

Auch Scheffel erwähnt in seinem „Ekkehard“ noch ein Pferdeopfer aus dem 10. Jahrhundert auf dem Hohenkrähen, bei welchem bei der aufgehenden Sonne das Blut in das Wurzelwerk einer Eiche gegossen, also der Eiche dargebracht wurde.

Der Wechsel der Religion ging also wohl mit einem wirtschaftlichen Hand in Hand. Es wäre ja sonst gar nicht einzusehen, wieso mit einem Male das Pferdefleisch zu verbieten gewesen sein sollte. Es ist sicher so gesund und gut, wie das anderer Pflanzenfresser. Aber das langsame Wachstum des Pferdes erlaubt erst im dritten oder vierten Lebensjahre die Tiere zu schlachten, während das Landschwein schon im zweiten Jahre ausgewachsen ist. Die Eiche gibt einen kleinen und unsichern Ertrag an Eicheln. Wir müssen also vermuten, dass mit der Einführung des Christentums die extensiveren Kulturpflanzen und Haustiere verlassen und die einen sicheren und reicheren Ertrag abwerfenden Kräuter und Getreide gebaut und die der Zeit besser angepassten Haustiere gehalten wurden.

Die Heiligkeit der Eiche war bei den Germanen, wie auch bei den Griechen so gross, dass sie auch, nachdem die wirtschaftliche Bedeutung zurückging, erhalten blieb. An Stelle der heidnischen Vorstellungen trat der Marien- und Heiligenkultus. „Helgen“ (Heiligenbilder) wurden an die Bäume genagelt oder in Nischen aufgestellt oder unter den Bäumen Kapellen errichtet. Auch wurden häufig die alten heidnischen Kultplätze unter den heiligen Bäumen zu christlichen Wallfahrtsorten, selbst zu Klöstern umgestaltet, die dann ihrerseits zur Entstehung von Ortschaften Anlass gaben.

Die Verehrung der heiligen Bäume in einer Weise, die an die heidnische Zeit gemahnt, geht aber noch in unsere Zeit hinein. Von Liebenau berichtet darüber z. B. aus dem Kanton Luzern [2]) folgendes: „Noch ist die Zeit noch nicht lange verflossen, wo man in jedem vom Volke als „heilige Eiche“ oder „heilige Buche“ bezeichneten Baume einen Überrest uralten Heidentumes erkennen wollte. Am 9. September 1806 z. B. gab der kleine Rat von Luzern den Befehl zum Niederhauen der heiligen Buche zu Wihl bei Zell und der heiligen Eiche zu Dagmersellen. In aller Stille sollte dies geschehen wegen des ärgerlichen Unfuges und des Aberglaubens, zu denen diese Bäume Anlass gegeben. Am 7. Jänner 1807 ging die Polizeikammer von Luzern auch gegen die sog. heilige Tanne im

---

[1]) Kleinpaul, Das Mittelalter, S. 134, Leipzig 1894/95.

[2]) Theod. von Liebenau, Geschichte der Stadt Willisau, II. Teil. Der Geschichtsfreund, Mitt. des histor. Ver. der fünf Orte, 59. Band, Stans 1904. S. 155 ff.

Birchbüel bei Willisau vor, zu der, beziehungsweise dem unter derselben stehenden Kreuze das Volk gegen rheumatische Schmerzen Zuflucht nahm. Die Tanne war mit Votivbildern behangen, Armen und Beinen, welche der Leutpriester, der hierin heidnischen Aberglauben erblickte, wegnehmen liess. Der Rat liess das Kreuz versetzen." Und im Liede[1]) singt die „arme Greth", die zu allen Wallfahrtsorten im ganzen Kanton herumzieht, um endlich einen Mann zu bekommen, von der oben genannten heiligen Eiche zu Dagmersellen, die im Jahre 1806 gefällt wurde:

Z'Dammersellen hangt d'helig Eich
Voll Chrucke, Bey und Arm,
Isch guot für alli Unglückstreich;
Für mich? — dass Gott erbarm!

Diese heilige, mit Votivgaben behangene Eiche muss also weit herum bekannt gewesen sein.

Entsprechend ihrem Nutzen als Fruchtbaum wurde die Eiche lange Zeit wie die Obstbäume noch durch besondere Gesetze geschützt, auch in unserm Lande. Bis ans Ende des Mittelalters waren auf eine Schädigung der Eiche ebenso hohe Strafen gesetzt, wie auf die eines berhaften, d. h. fruchttragenden Baumes.[2]) In der Offnung der heutigen Gemeinde Flawil im Kanton St. Gallen aus dem Jahre 1469 heisst es: „Bärend bom. Item welher dem andern sin aichen old (oder) berendbom abhowt, da ist die bus von jedem bom old aichen ein pfund pfennig einem vogtherren."[3])

Wie weit ins Mittelalter hinein die Eicheln noch als regelmässige menschliche Nahrung gedient haben, lässt sich nicht feststellen. Wohl aber gebrauchen noch heute Romanen die Eicheln zur Brotbereitung. Maurizio (l. c. S. 119) sagt z. B.: „Besonders in Süditalien, auf Sizilien und Sardinien, doch auch weit in den mittleren Teilen des Landes sind die Bauern gezwungen, während der Wintermonate sich von Eichelbrot zu ernähren."

Wann die Eicheln bei den Germanen zum Viehfutter herabsanken, lässt sich ebenfalls nicht bestimmen. Maurizio (l. c. S. 129) vermutet, dies sei in der Mitte des Mittelalters der Fall gewesen, ohne für diese Ansicht Belege zu geben.

---

[1]) Aus den „Liedern vom alten Sepp", verfasst von Pfarrer I. Ineichen, geb. 1745, und herausgegeben zu Luzern 1859; gefl. schriftl. Mitt. von Prof. Dr. Brandstetter, Luzern.

[2]) Schlatter, Die Einführung der Kulturpflanzen in den Kantonen St. Gallen und Appenzell. Jahresbericht d. St. Galler Naturw. Ges. 1891/92.

[3]) Gmür, Max, Die Rechtsquellen des Kanton St. Gallen, I. Teil, Offnungen und Hofrechte.

Der späteste bekannte Zeitpunkt, in dem in germanischen Ländern die Eichel noch als geniessbare Mehlfrucht scheint gebraucht worden zu sein, ist das Jahr 1604. Damals wurde sie noch in der Klostermühle zu Sindersdorf (Oberbayern) gemahlen.[1])

Wenn das auch nur ein vereinzelter Fall gewesen sein mag, so ist auf alle Fälle die Erinnerung an diesen Brauch im Mittelalter und auch noch später nie völlig verschwunden. Unterscheiden doch die Kräuterbücher eine ganze Reihe verschiedener Arten, die wir heute in zwei zusammenfassen, und geben sie dabei an, ob diese oder jene Art bittere oder mehr süsse Früchte besitzt.

Zudem ist man bei Hungersnöten an den verschiedensten Orten immer wieder auf das Eichelmehl zum Strecken des Brotteiges zurückgekommen, wofür Maurizio (l. c. S. 129, 130) einige Belege anführt. In Frankreich wurde unter Franz I. im Jahre 1548 Eichelbrot aus Not genossen, ebenso in Westfalen anno 1759 in Zeiten der Kriegsnot. Nach alten Quellen wurden Eicheln neben Bucheckern und Kastanien als Brotersatz in Zeiten der Not gebraucht, doch hielt es sehr schwer, die festen Eichelbrote zum Aufgehen zu bringen. Noch in neuerer Zeit mischte man in Russland zu einem amtlich geprüften Hungerbrot 2 Pfund Roggenmehl, 2 Pfund Roggenkleie und zehn Pfund Eichelmehl.

Die Eiche war aber nicht nur ein geschonter Nutzbaum, sondern auch ein Kulturbaum. Es scheint, dass bei den Germanen erst dann eine Ehe eingegangen werden durfte, wenn der junge Ehemann den Unterhalt seiner Familie durch Pflanzen von Fruchtbäumen, ehemals wohl immer Eichbäumen, sichergestellt hatte. Man kann wenigstens einige Vorschriften nur in dieser Weise deuten. In Hochheim, Einzingen und andern Orten in der Nähe von Gotha z. B. besteht der Brauch, dass das Brautpaar zur Hochzeit oder kurz danach zwei junge Bäumchen auf Gemeindeeigentum pflanzen muss. In Weimar ist der Brauch abgelöst; es wird ein sogenanntes Bäumchengeld (2 Rthlr. 1 gr. 8 Pf.) an die Stadtkasse zur Pflege der Obstbaumzucht bezahlt (Mannhardt, l. c. S. 48). Auch in der Schweiz lassen sich derartige Bräuche nachweisen. So schreibt Hs. Erh. Escher 1692 in seiner Beschreibung des Zürichsees von Zollikon bei Zürich: „Dieses Dorf hat ein treffliches Gemeindwerk, und können ab Gemeind obs ein Jahr in das ander gerechnet in die Hundert Taler erlösen. Ein jeder neuer Gemeinsgenoss und neuer Haushalter ist schuldig und verbunden einen Baum auf dieser Allmend zu pflanzen.“ „Diese

[1]) Höfler, Wald- und Baumkult in Beziehung zur Volksmedizin Oberbayerns, S. 105. München 1894.

Sitte war jedenfalls bis Ende des vorigen (18.) Jahrhunderts üblich, denn alte Leute wussten noch von einzelnen Bäumen auf der Allmend zu sagen, wer sie gepflanzt hatte. Man kannte noch des Ehgaumer Bleuler's, des Geschwornen Kienast's Baum" usw., fügen Nüesch und Bruppacher[1]) bei. Da die Obstbäume mit den Eichen und Buchen zusammen früher als fruchttragende betrachtet wurden, so geht der Brauch wohl auf die ehemalige Pflanzung der Eiche als Fruchtbaum zurück, die (wie die der Buche) an der Nordgrenze Vorkommens, in Mittelschweden, bis ins Jahr 1725 sich nachweisen lässt.[2]) Auch in der Waldordnung von Basel vom 9. Oktober 1697, die von 1684 herstammt und bis zum 22. Januar 1783 ohne wesentliche Änderung wieder erneuert wurde, treffen wir auf diese alte Forderung. Darin wurde nämlich bestimmt: „sodann jeder junge Mann, so erstmals in die Ehe eintritt, wie auch der, so den Einsitz in einen oder den andern Ort erlanget, absonderlich ein jungen Eichen bei Straf zehen Pfund setzen und gebührendermassen schirmen" sollte.[3])

Noch heute sind die Allmenden vieler jurassischer Gemeinden, vorzugsweise im Delsbergertal, mit gepflanzten Eichen, Apfel-, Birn- und Kirschbäumen, also alles mit „bärenden" (fruchttragenden) Bäumen bestockt, ein letzter Rest ursprünglich verbreiteter Verhältnisse. Die Kultur der Eiche gehört also ebenfalls zum uralten und sehr verbreiteten Baumbau, der dem ganzen Landschaftsbild ein besonderes Gepräge verliehen haben muss (siehe Tafel III, Abbildung 4).

Wir haben uns eingehender mit der Eiche beschäftigt, entsprechend ihrer grossen Bedeutung. Nur kurz sei daneben erwähnt, dass sie natürlich nicht der einzige in Betracht kommende Nutz- und Kulturbaum Mitteleuropas war. Der Raum gestattet nicht, näher auf die andern Arten einzutreten. Wir wollen nur auf die Buche und sodann auf die Haselnuss hinweisen, die ja noch heute sowohl gesammelt, als auch in verschiedenen Abarten gepflanzt wird. Die Haselstrauchkultur wurde früher noch in weit höherem Masse betrieben und dehnte sich möglicherweise über das heute von der Hasel spontan bewohnte Gebiet hinüber aus. Nicht umsonst gehört die Hasel zu den heiligen Pflanzen und spielt auch heute noch in

---

[1]) Das alte Zollikon, Zürich 1899, S. 225. — Die alte Obstversteigerung findet heute noch statt und zwar am 2. Montag nach der Zolliker Chilbi (3. Sonntag des August).

[2]) Wibeck, Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt H. 6: Bokskogen inom Oestbo.

[3]) Schmell, Joh., Die Rechtsquellen von Basel, Stadt und Land. II. Teil. Basel 1865.

den Resten der germanischen Mythologie eine so grosse Rolle. Man hat aus ihrer einst grössern Häufigkeit und auch etwas weiteren Verbreitung auf eine nicht unbedeutende Klimaänderung schliessen wollen, während doch bei Beurteilung solcher Verhältnisse vor allem erst die Frage untersucht sein sollte, ob hier nicht ein Einfluss des Menschen in Rechnung gestellt werden muss. — Dass sogar kultivierte Holzgewächse völlig in Vergessenheit geraten können, zeigt das Beispiel der Schlehe *(Prunus spinosa)*. Sie wurde, wie Zwinger (l. c.) 1696 berichtet, in einer gepfropften Abart kultiviert, die zeitiger reifende, grössere und wohlschmeckendere Früchte lieferte und italienische oder auch Haberschlehe genannt wurde. Demnach hat auch die wilde Form sicherlich einst ihre Bedeutung gehabt.

Es erübrigt noch, bei dieser Gelegenheit auf die grosse Analogie mit Nordamerika hinzuweisen. Dort stunden die Indianer in den ungeheuer grossen bewaldeten Gebieten beim Eindringen der Europäer zumeist auf der Sammelstufe. Eine ganze Reihe verschiedener Stämme benutzten auch hier vorzugsweise die Eicheln als Mehlnahrung. In Schalensteinen, die vielen unserer prähistorischen in Europa völlig gleichen, zerstiessen sie die Eicheln zu Mehl und laugten dann den Gerbstoff mit warmem Wasser aus. Wenn damals die Indianer wesentlich auf der Sammelstufe stunden und sich auch gegenwärtig noch als Internierte in den kleinen ihnen zugewiesenen Gebieten — Reservate genannt — auf diese Weise zu ernähren suchen, so lässt sich auch heute noch offensichtlich zeigen, dass auch sie den primitiven Baumbau sehr wohl kannten und sich bei der Vernichtung konkurrierender Arten vorzugsweise des Feuers bedienten. Aber auch in Nordafrika spielt die Eichel noch heute eine grosse Rolle bei der Ernährung der Völker im nördlichen Atlas. Vorzugsweise sind es die Kabylen, die die süsse Abart der *Quercus ilex*, die Varietät *Ballota*, sammeln und in vom Wasser getriebenen Mühlen mahlen. Damit kommen wir zu dem gewiss auffallenden Satze: Auf der nördlichen Halbkugel der Erde ernährten sich die Menschen auf der Sammelstufe vorzüglich von den Früchten verschiedener Eichen, aus denen sie Mehl bereiteten. Wie weit dabei die europäischen Schalensteine als Mörser dienten, ist noch genauer zu untersuchen.

Neben dem Baumbau lässt sich noch eine andere, offenbar ebenfalls alte Kulturart annehmen. Im mitteleuropäischen Waldgebiet gab es in primitiver Zeit kaum Orte, die von sich aus waldfrei waren und sich für Kulturen von einjährigen Kräutern und Gräsern eigneten. Da musste der Blick auf die vielen seichten Seen, Teiche

und Altwässer der Flüsse fallen. Gerade wie heute noch die Früchte vieler Seerosen, der Lotospflanze in Ägypten, der *Nymphaea polysepala* bei den Indianern Nordamerikas gesammelt und als wichtige, bei einigen Stämmen als hauptsächlichste Nahrung gebraucht werden, so boten auch die mitteleuropäischen Seen vegetabilische Nahrung. Die getrockneten Rhizome des Schilfes (*Phragmites communis*) und des Fieberklees (*Menyanthes trifoliata*) lassen sich mahlen und geben ein essbares Mehl ab. Die Wurzelstöcke und die jungen Triebe der *Typha*-Arten lassen sich als Gemüse verwenden. Der dicke Wurzelstock ist so stärkereich, dass er beim Trocknen schon zu Mehl zerfallen soll.[1]) Von *Calla palustris* ist bekannt, dass die Wurzelstöcke noch zu Linné's Zeiten in Schweden vermahlen und zu Brot verbacken wurden. Das im Wasser wildwachsende Gras *Glyceria fluitans* R. Br. hat mehlreiche, wohlschmeckende Samen, die Schwaden- oder Mannagrütze, die im 18. Jahrhundert in Ungarn, im nordöstlichen Deutschland, Russland und Polen gesammelt wurden. Am Ende des 19. Jahrhunderts war der Brauch, diese wildwachsende Breipflanze zu sammeln, auf ein Landgut in Pommern und einen weitern Ort in Brandenburg, ferner auf Ost- und Westpreussen, Polen und Russland eingeschränkt. In Petersburg ist die Schwadengrütze noch jetzt käuflich. In wieweit diese Pflanze in Mitteleuropa gebraucht wurde, lässt sich heute noch nicht erkennen; wohl aber ist bekannt, dass die Schwadengrütze während der Kriegszeit wieder massenhaft gesammelt wurde.

Von besonderem pflanzengeographischem Interesse ist vor allem noch die Wassernuss (*Trapa natans*). Durch die vielen subfossilen Funde ist ihre ehemals weitere Verbreitung und ihre grössere Häufigkeit nachgewiesen. Man hat diese Tatsache mit einer Klimaänderung in Verbindung gebracht, indem man den Rückgang auf ein Kälterwerden des Klimas zurückführte. Bevor derartige Fragen beantwortet werden können, muss man wissen, in welchem Verhältnis die Wassernuss zum Menschen stand. Nun wurde sie einst in Mitteleuropa vom Menschen als Nahrung gebraucht, wie dies übrigens in südlicheren Gegenden auch heute noch der Fall ist. Eine Kultur dieser einjährigen Art liegt auf der Hand, ist aber nur für die spätere Zeit in einem Fall belegt.[2]) Da aber diese Art, deren Nutzung in Mitteleuropa beinahe ganz verlassen ist, heute fast überall vor unsern Augen ausstirbt, kann man wohl annehmen, dass sie als Kulturpflanze einst durch den Menschen die weite Verbreitung im mitteleuropäischen Waldgebiete erreicht hatte. Es bliebe in diesem Falle

[1]) K. Krause u. Gräbner in Losch, Notgemüse, 1916.
[2]) S. Brockmann-Jerosch, l. c. S. 19/20.

zu untersuchen, ob wir es, nicht nur bei dieser, sondern auch noch bei andern Arten, nicht mit Wasserkulturen zu tun haben.[1])

Zum Schlusse möchte ich noch auf einige Verhältnisse hinweisen, die kürzlich Engelbrecht[2]) zur Sprache brachte und für die wir in der Schweiz einige schöne Belege geben können. Es ist recht auffällig, dass viele unserer Kulturpflanzen so stark düngerliebend sind und es hält schwer, in ihnen alte Kulturpflanzen zu sehen, wenn wir unter primitiver Kultur nur diejenige auf schwach gedüngten, besonders an Stickstoffdünger armen Äckern, z. B. auf Brandäckern und dergleichen verstehen wollen. Es frägt sich aber, ob wir uns die ersten Kulturpflanzen auf Äckern vorzustellen haben oder nicht eher auf einem durch den Menschen selbst an Düngstoffen angereicherten Boden. In der Nähe der Wohnungen musste der Boden durch Abfälle und Unrat sich derart anreichern, dass dadurch ein Pflanzenbestand zustande kam, den wir heute der Ruderalflora zuzählen. Die als Nahrung gesammelten Arten hatten durch den Menschen tausendfache Gelegenheit, sich durch weggeworfene ganze Pflanzen oder Samen oder Wurzeln anzusiedeln und zu verbreiten. Mit Recht macht Engelbrecht darauf aufmerksam, dass von älteren Kulturpflanzen Hanf und *Ricinus* in warmen Ländern ausgesprochene Ruderalpflanzen sind und im Sudan den Ort verraten, wo früher ein Dorf gestanden hat.[3]) Auch bei uns kennen wir solche Verhältnisse. Der schwarze Hollunder (*Sambucus nigra*) kann heute noch in verschiedenen Alpentälern als Obstbaum angesehen werden. Er findet sich im Bündner Oberland wildwachsend beinahe nur in der Nähe der Ställe und oft zeigen die alten Hollunderbäume dort[4]) und ebenso im Puschlav an, wo einst Häuser oder selbst Dörfer gestanden haben.

Ein weiteres Beispiel bietet ein bei uns weit verbreitetes Kraut, der Gute Heinrich, *Chenopodium bonus Henricus*. Diese häufige Pflanze findet sich in den Alpen auf den überdüngten Stellen bei den Sennhütten, auf den sogenannten Viehlägern, wo das Vieh während

---

[1]) Ich möchte nicht versäumen zu erwähnen, dass es offenbar alte Wirtschaftssysteme gibt, bei denen Teichwirtschaft mit Ackerbau sich ablöst. Im Pruntrutischen, in der Ajoie, greift diese Wirtschaftsform aus dem Elsass auch auf Schweizergebiet über. Es frägt sich nun, ob nicht schon in früher Zeit, um eine Kulturfläche für Wasserpflanzen zu erhalten, die Oberfläche natürlicher Gewässer beeinflusst worden ist.

[2]) Über die Entstehung einiger feldmässig angebauter Kulturpflanzen. Geogr. Ztschr. Bd. 22, Heft 6. 1916.

[3]) Dazu ist noch zu bemerken, dass *Ricinus* zu den Pflanzen gehört, die heute nicht wild vorkommen (Thellung in „Wissen und Leben", IV. Jahrg., 1910, S. 328).

[4]) Mündl. Mitt. von Dr. P. K. Hager in Disentis.

der Melkzeit oder auch der Nacht längere Zeit verweilt. In den Alpendörfern wächst sie längs der Wege und um die Misthaufen. Noch heute wird in den Alpen an vielen Orten das Kraut zur Spinatbereitung gesammelt. Eine Kultur kennt man nicht, da es sich überall von selbst einstellt. Die Pflanze ist aber geschont und wird hoch geachtet, gilt sie doch noch stellenweise als der Sitz der Hausdämonen.[1]) Und trotzdem muss man wohl annehmen, dass sie nicht ursprünglich in der Schweiz vorkam. Wir kennen ja die ganze Familie der Chenopodiaceen bei uns nur als Kultur- oder Ruderalpflanzen, die in die natürliche Vegetation bei uns nirgends eindringen; sie bilden weder Holzpflanzen noch alpine Arten, sondern behalten den Charakter von eingeführten Fremdlingen.

An ähnliche Standorte hält sich durch die ganzen Schweizeralpen hindurch eine einheimische Art, *Rumex alpinus*, der Alpenampfer, auch Blaggen oder Placken genannt. Er gehört zu den grossblättrigen Arten seiner Gattung und zeichnet sich durch seine auffallenden, stumpfen Blätter aus. Auf den Viehlägern bei den Sennhütten, an überdüngten Orten um die Ställe herum und auf gut gedüngten, feuchten Wiesen bildet der Alpenampfer häufig auftretende Bestände, die öfters so dicht sind, dass kaum eine andere Art darin aufkommt. Im 16. Jahrhundert wurde diese Pflanze in Gärten in Lausanne zur menschlichen Speise gepflanzt, ist aber heute als solche beinahe vergessen. Im Lötschental werden zwar heute noch durch Kinder, gelegentlich auch durch Erwachsene die Blattstiele des Alpenampfers, der hier „Chilln“ heisst, ihres säuerlichen, an milde, junge Rhabarberstiele erinnernden Geschmackes wegen als Erfrischung gegessen. Dazu wird das grundständige Blatt ausgezogen, darauf der untere Teil gegen aussen geknickt, sodass an dem abgebrochenen untern Teile Gefässbündel und Epidermis festhalten. Leicht lassen sich diese nun vom mittleren Teile des Blattstieles abtrennen, sodass letzterer faserfrei zum menschlichen Genuss übrig bleibt. Ich habe bei den Ställen im Lötschental den Boden am Morgen mit den Überresten der Mahlzeiten von Alpenampfer bedeckt gesehen, ein Zeichen dafür, dass bei der Jugend schon aus Mangel an einheimischem Obst diese Stengel als Leckerbissen gelten und in grosser Zahl am Abend, wenn man zusammen plaudert, verzehrt werden. Auch traf ich dort ein 20jähriges Mädchen an, die in ihrem Tragkorb ein Bündel von sauber zubereiteten Blattstielen auf eine höhere Alphütte hinauftrug, wo *Rumex* nicht vorkomme. Ebenfalls aus dem Wallis, nämlich aus Salvan[2]) ist bekannt, dass man die

[1]) Marzell in Naturwiss. Wochenschr. 1911, S. 401 und 1913, S. 24.
[2]) Gefl. schriftl. Mitt. von Lehrer Coquoz durch H. Gams.

„lapé“ genannte Pflanze sowohl als Spinatgemüse, als auch zur Bereitung einer „vorzüglichen Konfitüre“ benutzt.

Auch in andern Alpengegenden kennt man den Genuss der Blattstiele dieser Ampferart, so z. B. im Engadin. Es möchte scheinen, dass sich darin noch ein letzter Rest des Gebrauches einer früher allgemein geschätzten Nutzpflanze erhalten hat. Dr. Stebler erzählte mir, dass er im Jahre 1887 auf der Bächialp am Nordhange der Schrattenfluh im Entlibuch von der dortigen Sennerin mit Chüechli bewirtet worden sei, zu deren Bereitung zum grossen Erstaunen von Dr. Stebler Blätter (oder Blattstiele?) von *Rumex alpinus* verwendet wurden. Die Kuchen schmeckten gut, völlig wie Rhabarberkuchen. Auch im Engadin werden wenigstens gelegentlich noch Blattstiele in Kuchen verbacken.[1])

Diese Ruderalpflanze muss einst auch als menschliche Dauernahrung eine weite Verbreitung gehabt haben. Aus Savoyen wird berichtet[2]), „que dans la vallée de Beaufort on fait une espèce de choucroute avec les feuilles de cette plante“. · Auch wird sie von Beauquis (Flore de la France) „choux gras“ genannt. Die Sauerkrautbereitung kennt man heute noch im Kanton Graubünden. Dort werden die Blätter meist dreimal im Jahre, und zwar bei der Heuernte, der Emdernte und vor dem allgemeinen Weidgang von Hand ausgezogen, auf einem im Freien aus ein paar Steinen errichteten, seltener auf einem stabilen Herd in einem grossen Kessel abgebrüht und in sogenannten Mastgestellen aufbewahrt. Es sind dies Holzgestelle, die im Freien meist auf einer Steinplatte stehen und in denen die abgebrühten Blätter mit Brettern zugedeckt und mit Steinen beschwert werden (s. Tafel II, Abbildung 1). Hier machen sie eine Sauerkrautgärung durch. Gelegentlich wird auch da, wo keine Winterwohnungen sind, solches Sauerkraut bereitet. Man transportiert es dann im Winter als gefrorenen Würfel auf einem Schlitten zum Wintersitz hinab.

Es lässt sich erwarten, dass die Sauerkrautbereitung früher auf noch primitivere Weise, nämlich wie noch heute bei primitiven Völkern einfach in Erdgruben geschah. Auch ist, falls es sich um eine menschliche Speise handelte, anzunehmen, dass das Sauerkraut durch aromatische Kräuter gewürzt wurde. In der Tat lässt sich dies wenigstens in einem Falle nachweisen: Im Jahre 1742 wurden noch

---

[1]) Dr. Brunies-Basel, gefl. mündl. Mitt.

[2]) Constantin et Gave, Flore populaire de la Savoie. Annecy, Abry, édit. 1908, freundl. Mitt. von Prof. Dr. J. Jud-Zürich.

die Blaggen *(Rumex alpinus)* im Aversertal (Kt. Graubünden) in Erdlöchern mit Münze (*Mentha*) zusammen eingemacht.[1])

Die Sauerkrautbereitung aus Blaggen, die sich ganz auf der Dorfstrasse abspielt, und das Aufbewahren im Freien in einzelnen kleinen Gestellen mahnt an ganz primitive Zustände, wie sie heute noch bei den auf der Sammelstufe stehenden Völkern vorkommen. Das Haltbar- und Geniessbarmachen von pflanzlicher Nahrung durch die Sauerkrautgärung gehört, wie dies von Hahn besonders hervorgehoben wird, schon zu den Errungenschaften primitiver Völker. In ganz ähnlicher Weise, wie hier der *Rumex* als Sauerkraut dient, sammeln im nördlichen Norwegen sowohl die Norweger als auch die Lappländer die dem *Rumex* nahestehende *Oxyria*. Das gekochte Mus wird in Gefässen von Birkenrinde oder in Fässern oder auch einfach in Renntiermagen aufbewahrt, macht dann offenbar eine Sauerkrautgärung durch und dient als Dauernahrung bis zum nächsten Frühling. Es wird in Milch oder als ein eigentümlicher, durch Mischung mit Mehl erhaltener Fladen gegessen.[2])

In den beiden erwähnten Fällen von *Rumex*-Sauerkraut in den Alpen handelt es sich allerdings nicht mehr um menschliche Nahrung. In Savoyen wird das Sauerkraut den Schweinen und dem Hornvieh, in Graubünden nur den Schweinen gegeben. Aber das ist sicherlich ein Rest früherer menschlicher Nahrung. Darauf deutet schon die komplizierte Zubereitungsweise hin. Es geschah auch recht häufig, dass einst zur menschlichen Speise dienende Pflanzen heute ganz oder zum Teil zur Tiernahrung herabgesunken sind, wie unter den Getreiden der Hafer, die Gerste und der Mais, ferner die Runkelrübe, die Räbe (Wasserrübe) und manche andere.[3])

Der meist in Unmenge vorkommende Alpenampfer geniesst in den Bündnerdörfern öfters einen Schutz, indem in der Nähe der Ställe kleinere Stellen eingezäunt werden, sodass der Mensch und das Vieh die Blätter nicht niedertreten und beschmutzen. Man nennt das dann einen Blaggengarten — einen primitiveren Garten kann man sich wohl kaum vorstellen.[4])

---

[1]) Sererhard, Einfalte Delineationen aller Gemeinden 1742, herausgeg. von Moor 1872, S. 47: „Der Wildner (Bergbewohner) fette Schweine, als die sie mit Milch, Schotte und Plakten, das ist Blättern von Münzen, Rhabarbara, die sie in Erdlöchern einmachen und zum Gebrauche aufbewahren, in der Fettleibigkeit hochbringen, sind auch nicht zu verachten."

[2]) Schübeler, Die Pflanzenwelt Norwegens 1873, S. 236.

[3]) Brockmann-Jerosch, l. c. S. 11.

[4]) Eine ähnliche Rolle spielte in Skandinavien und in Island die *Angelica Archangelica* L. Sie war in Island unter einen besondern Schutz gestellt und man kultivierte sie dort wie in Norwegen und legte eigene *Angelica*-Gärten an (Schübeler l. c.)

Die Blagge ist aber auch heute noch gelegentliche Kulturpflanze. Meist ist es nicht nötig, sie zu kultivieren, denn sie folgt dem Menschen von selbst auf Schritt und Tritt durch die Alpen. Im Domleschg aber, wo sie auf dem trockneren, tiefer gelegenen Talboden selten wild vorkommt, wird sie wenigstens gelegentlich angepflanzt.[1]) Auch sollen sie die Bernerbauern mit in ihre Pachtgüter auf der Weissensteinkette im Jura mitgenommen haben, aber nicht um sie zu essen oder das Vieh damit zu füttern, sondern — um die „Anckenbälleli“ (geformte Stücke süsser Butter) darin einzuwickeln. So sehr hatten sich diese Bauern an die alte Nutzpflanze gewöhnt, dass sie sie mit in ihre neue Heimat nahmen, auch wenn sie nur das Einwickelpapier ersetzen musste.

Dieses Beispiel einer einheimischen Ruderalpflanze zeigt uns in schöner Weise die vielseitige Nutzung einer Art unter ganz primitiven Verhältnissen. Die wirtschaftliche Wichtigkeit der Sammelpflanze führte zu ihrem Schutze durch Erstellen einer Einzäunung, zur Düngung und schliesslich zur Kultur an Orten, wo sie nicht von selber dem Menschen nachgefolgt ist. Damit ist eine einheimische Ruderalpflanze zu einer Kulturpflanze geworden.[2])

Damit sind wir der Beantwortung der Frage, wie unsere oft so auffällig düngerliebenden Kulturpflanzen entstanden sein können, vielleicht näher gekommen. Wir hätten demnach ihre erste Kultur uns vorerst nicht auf umgebrochenem Boden vorzustellen. Vielleicht folgten sie wie hier der *Rumex* als Ruderalpflanzen dem Menschen, wurden von ihm geschützt und schliesslich da gepflanzt, wo das Klima das spontane Vorkommen nicht mehr zugab. Für diese Anschauung gibt die Schweiz noch andere Beispiele, die wir noch kurz berühren wollen.

Bei der nomadisierenden Lebensweise der Alpenbewohner haben sich in einzelnen Gegenden offenbar ganz alte Gebräuche erhalten. Wenn im Maderanertal ein Hirte im Frühjahr den Stall wechselt, weil das Trockenfutter aufgezehrt ist, und einen zweiten, höher gelegenen bezieht, so wird bei dem ersten Stall der davor liegende

[1]) Ausserhalb der Schweiz ist jedoch die Kultur regelmässig notwendig geworden. So schreibt Garcke (Illustr. Flora v. Deutschland, 17. Aufl.): „aber vielfach in Gärten der Gebirgsdörfer gebaut und daraus verwildert“.

[2]) Auch andere *Rumex*-Arten haben eine bemerkenswerte Rolle als Nutz- und Kulturpflanzen gespielt und spielen sie zum Teil noch, so die sauern, gesammelten und kultivierten, wie *Rumex Acetosa* und *R. scutatus*, und eine Anzahl nich saurer, zum Teil Bastarde, über deren Nutzung und Kultur, besonders im Mittelalter, Ernst H. L. Krause eine eingehende Studie veröffentlicht hat: Lapathon und Patience, Untersuchungen über *Rumex patientia*. Beihefte z. Botan. Centralblatt Bd. XXIV (1908), Abt. II. — Vergl. auch Brockmann-Jerosch, l. c. S. 15.

Mist mit den Setzlingen der Runkelrübe, *Beta vulgaris var. rapa,* hier „Chrutrüebe" genannt, dicht bespickt (siehe Tafel III, Abbildung 3). Auf den Maiensässen ist das meist der einzige Garten, ja oft überhaupt die einzige Kultur, die die Leute hier treiben, indem der ehemalige Hackbau durch die Nähe der guten Verkehrsmittel und aus Mangel an Leuten wegen der Auswanderung beinahe gänzlich verschwunden ist. Die Runkelrübe ist hier wie anderwärts heute Viehfutter, sie wird aber gelegentlich hier auch in einzelnen Familien als menschliche Speise verwendet, wie dies im Mittelalter und zu Zeiten der Hungersnöte bis in die Neuzeit hinein der Fall war. Auch im Kanton Tessin habe ich ähnliche Verhältnisse gefunden. Auch dort ist der Misthaufen bei den Sommerwohnungen oft der einzige Ort, wo Pflanzen kultiviert werden (siehe Tafel II, Abbildung 2) und richtige Gärten gibt es nur bei der Winterwohnung.

Es ist klar, dass von solch primitiven Kulturarten dem Archäologen kaum je etwas erhalten bleibt. Die Leute brauchen hier keine Geräte. Die Überdüngung wird von vielen Pflanzen geflohen, sie „verbrennen"; der Mensch braucht also die ursprüngliche Vegetation nicht erst zu zerstören und zum Pflanzen bedient er sich nur der Hand oder des Pflanzstocks. Auch in die zeitgenössische Literatur kommt so etwas kaum je hinein und bleibt deshalb der Nachwelt nicht erhalten.

Bei der Erörterung der Frage nach den ältesten Kulturpflanzen darf man auch an den Unkräutern nicht achtlos vorübergehen. Für uns sind die Unkräuter schlechthin etwas Ungewolltes und Schädliches. Allein unter primitiven Verhältnissen betrachtet der Landwirt sie oft von ganz andern Gesichtspunkten aus. Schon da, wo das Stroh zu Futterzwecken benutzt wird, sieht man es gerne, wenn das Unkraut den Futterwert des Strohes erhöht. Maurizio (l. c.) erwähnt, dass in den Fehljahren in Russland die Bauern auf den Getreidefeldern den Unkrautsamen sammeln und sich davon ernähren. Es kommt den Unkräutern hier also auch ein Nutzen zu und es ist die Frage, ob sie ursprünglich nicht als Mengefrucht gewollt waren, wohl öfters zu bejahen. Von vielen heutigen Unkräutern wissen wir übrigens genau, dass sie früher Nutzpflanzen waren, doch reicht der Raum nicht hin, auf dieses wenig berührte Gebiet einzutreten. Wohl aber wollen wir in diesem Zusammenhange erwähnen, dass Engelbrecht (l. c.) umgekehrt auf die Entstehung von Kulturpflanzen aus Unkräutern aufmerksam macht. Mit Saatgut werden Unkräuter auch in neue Gegenden verschleppt. Wenn dann dort die Saat nicht gut gedeiht, wohl aber das anspruchlosere Unkraut, so ist leicht zu ver-

stehen, wenn das sicherer wachsende „Unkraut“ an Bedeutung das „Kraut“ übertrifft und auf diese Weise aus dem Unkraut ein Kulturkraut wird. Die Stammpflanze des Roggens, *Secale montanum Guss.*, kommt auf den Gebirgen der Mittelmeerländer und in Vorderasien vor. Hier wird aber unser Roggen, *Secale cereale*, nicht kultiviert. Nun ist es jedoch sehr gut denkbar, dass *Secale montanum* als Unkraut in ein neues Gebiet gelangte, wo er anstatt der frühern, hier im ungünstigeren Klima wenig erträglichen Feldfrüchte zur Kulturpflanze erhoben wurde. Ganz das gleiche können wir uns von *Avena sativa*, dem Hafer, denken, der in kühl ozeanischen Gebieten die Hauptgetreidefrucht würde.

Engelbrecht erwähnt noch ein weiteres treffliches Beispiel. Der Buchweizen, auch Heidekorn genannt, *Fagopyrum esculentum*, wird von einem lästigen, nicht auszurottenden Unkraut, einer nahe verwandten Art, dem tartarischen Buchweizen begleitet, der sich durch seine grünlichen Blüten leicht unterscheiden lässt. Sowohl in Deutschland als auch in der Schweiz finden sich beide Arten untermischt. Im Himalaya wird *Fagopyrum esculentum*, also der echte Buchweizen, von 4000 bis 10,000 Fuss angebaut, weiter oben aber durch den geringeren, jedoch robusteren *Fagopyrum tartaricum* ersetzt. Genau das gleiche finden wir in der Schweiz im Puschlav. In der Gemeinde Brusio wird der gewöhnliche Buchweizen, auch hier immer mit dem *tartaricum* verunkrautet, angepflanzt. Auf der höhern Talterrasse, zwei Stunden höher, gilt dagegen das auf dem Talgrunde lästige Unkraut als geschätztes Getreide und wir finden dort ganze Felder davon. Hier ist also aus dem Unkraut wirklich das Kraut geworden.

Aus diesen wenigen Beispielen mag hervorgehen, wie dem Unkraut eine andere Bedeutung zukommt, als wir oft gemeiniglich annehmen. Im einen Falle mögen es einst mit Willen beigemischte Pflanzen gewesen sein, um eine Gemengefrucht herzustellen, die, wenn die Hauptfrucht versagt, durch die Nebenfrüchte, die zudem dem Zehnten nicht unterworfen waren, doch einen Ertrag ergibt. In andern Fällen sind die Unkräuter ehemalige Nutzpflanzen. ohne Willen beigemengt; diejenigen, die von Anfang an nichts als wirkliches Unkraut waren, sind wohl weniger zahlreich, als wir gewöhnlich vermuten.

So sehen wir in den engeren Grenzen unseres Landes neben den fortgeschrittensten Wirtschaftsformen noch eine ganze Musterkarte primitiver Kultur- und Nutzungsarten erhalten: es sind die Reste von Zuständen, die einst weit verbreitet und von grosser Wichtigkeit

für unser Volk waren. An Bedeutung sind alle weit zurückgegangen, viele sind von Stufe zu Stufe gesunken, indem sie einst wesentliche Volksnahrung lieferten, jetzt entweder den Schritt von Menschen- zu Viehnahrung getan haben, oder nur noch den armen Leuten als Nahrung, den Kindern zur Spielerei dienen. Manche lassen sich nur noch in Analogie mit den Bräuchen anderer Völker oder der Vergangenheit deuten und in ihrer einstigen Wichtigkeit erfassen.

Wenn auch meine Ausführungen den Gegenstand noch lange nicht erschöpfen konnten, so lässt sich doch wohl zeigen, dass diese Betrachtungsweise geeignet ist, auch auf die ältesten Nutz- und Kulturpflanzen und auf die Art, wie die letzteren entstanden sind, einiges Licht zu werfen.

Daneben tritt aber auch noch ein anderer Gesichtspunkt immer deutlicher hervor, der für die Pflanzengeographie und Florengeschichte, für das Verständnis unserer heutigen Pflanzendecke und ihres Werdeganges von grosser Wichtigkeit ist: wie der grosse direkte und indirekte Einfluss des Menschen auf die Pflanzenwelt weit in die Vorzeit, bis zu den ältesten Spuren des Menschengeschlechtes am Ende des Diluviums zurückreicht. Nicht erst heute oder in historischer Zeit, sondern von jeher, auch unter den primitivsten Wirtschaftsformen hat er die Vegetation umgestaltet, indem er bald zerstörend, bald schützend eingriff, in einem Umfange, der bisher ohne Zweifel vielfach stark unterschätzt wurde. Auch bei der Beurteilung alluvialer Fossilfunde, die veränderte Klimaverhältnisse anzuzeigen scheinen, muss man diesen Gesichtspunkt berücksichtigen, besonders wenn es sich um Arten handelt, die dem Menschen als Nahrung gedient haben können.

Es ist daher durchaus wünschenswert, dass durch eine zielbewusste Erforschung, die nur in enger Fühlung mit den verwandten Wissenszweigen erfolgen kann, das Bild ehemaliger wirtschaftlicher Zustände noch bereichert und geklärt werde.

Phot. W. Derichsweiler.

Abbildung 1. **„Mastgestelle“**

vor einem Hause in Zervreila, Valsertal, Kt. Graubünden. Diese Holzgestelle dienen zur Aufnahme der abgebrühten Blätter der Blaggen, *Rumex alpinus*, die mit Steinen beschwert, eine Sauerkrautgährung durchmachen. Rechts der Mastgestelle der aus Steinplatten hergestellte Herd mit einer senkrechten Platte vor dem Feuerloch.

Schlussexkursion 1916. Phot. Brockmann.

Abbildung 2. Mistbeetkultur beim Maiensäss, Monti di Gerra am Langensee. Kt. Tessin.

4. X. 1916. Phot. E. Schmid.

Abbildung 3. Mistbeetkultur in Bristen, Maderanertal, Kt. Uri.

IV. 1915. Phot. Brockmann.

Abbildung 4. Allmend, le Chènois genannt, zwischen Boécourt und Caquerelle. Delsbergertal, Berner Jura, mit Birn-, Apfelbäumen und Eichen bepflanzt. Natürliche Vegetation, in Fichten bestehend, im Hintergrund.

Zur Biologie

von

Chrysomela aenea L. und *Coleophora fuscedinella* Zell.

Von

C. Keller.

(Hiezu Tafel IV.)

(Als Manuskript eingegangen den 6. Februar 1917.)

Vorliegende Untersuchungen sind schon vor längerer Zeit zum Abschluss gelangt, aber ihre Veröffentlichung wurde durch dringendere Arbeiten verzögert. Trotzdem dürften sie heute noch besonders im Kreise der Forstzoologen Interesse beanspruchen. Handelt es sich auch um Tierformen, die systematisch nicht zusammengehören, so behandle ich sie hier gemeinsam, da beide auf den gleichen Nährpflanzen leben, beide demselben Areal, nämlich der Südschweiz als Hauptverbreitungsgebiet angehören und beide durch ihr Massenauftreten sich wiederholt bemerkbar machen. Die Nährpflanze für beide in Rede stehende Insektenarten ist die Erle und zwar sowohl *Alnus glutinosa* wie *Alnus incana.*

In keinem Kanton der Schweiz erlangt die Erle eine so erhebliche pflanzengeographische wie wirtschaftliche Bedeutung wie im Kanton Tessin. Hier sind auch die vorliegenden Untersuchungen durchgeführt worden. Im Val Bedretto bilden Erlen die Hauptmasse des Auenwaldes bis zu 1300 Meter, in den höheren Lagen der Leventina sind sie auf den Wiesen der Talsohle und längs des Tessin ungemein üppig. Sie bilden hier typische Galeriewälder. Im Sottocenere erscheint die Erle oft mit der Kastanie gemischt, im Malcantone erlangen einzelne Exemplare eine seltene Grösse. Im Maggiatale beginnen die Erlenbestände schon hinter Ponte Brolla üppig zu werden. Die Schwarzerle tritt dort nach und nach gegenüber der Grauerle zurück. Letztere gilt für das insubrische Gebiet geradezu als Charakterbaum und erscheint in einer Abart, welche als *Alnus incana* v. *sericea* bezeichnet wird.

H. Christ bemerkt in seinem „Pflanzenleben der Schweiz", dass *Alnus incana* im allgemeinen mehr strauchartig ist und seltener

höhere Bäume bildet. Im Maggiatal, besonders in den höheren Lagen der Seitentälchen bildet die Grauerle an den feuchten Halden der Gletscherbäche und auf den angrenzenden Gneissköpfen nicht nur stattliche Bäume, sondern geschlossene, reine Bestände von vielen Hektaren Ausdehnung. Ein solcher Bestand findet sich beispielsweise unterhalb Cerentino im Val Campo. Wo aber die Hänge trocken werden, was man leicht an den Sarothamnusbüschen erkennt, da brechen die Grauerlenbestände plötzlich ab, an ihrer Stelle erscheinen die schlanken, zarten Birken mit ihrem hängenden Gezweige.

Diesen eigentümlichen pflanzengeographischen Charakter des Talkessels von Cerentino heben C. Schröter und M. Rikli im 1. Heft ihrer „Botanischen Exkursionen“ sehr anschaulich hervor: „Aus den herrlichen Kastanienselven blicken einzelne stattliche, fast palastartige Häuser hervor. Über die Wiesen zerstreut stehen viele Eschen und Eichen, aber alle sind geschneitelt und daher von pappelartigem Aussehen. An der gegenüberliegenden Talseite des hier einmündenden Val Campo mischt sich die Birke in ausgedehntestem Masse der Buche und Esche bei. Kastanie und Birke, diese beiden habituell und pflanzengeographisch so verschiedenen Gestalten, sie sind die Charakterbäume des unteren Campotales. Jene bekleidet die linke Talseite, sie steht hier in heisser Südlage. Die Abhänge ob Collinasca sind mit einem ausgedehnten Bestand von *Alnus incana v. sericea* bedeckt, aber die Blätter sind bis auf das Gerippe vollständig kahl gefressen, ein trostloser Anblick.

Was speziell die Grauerle anbetrifft, so gewinnt sie für das Tessin eine stets zunehmende forstliche Bedeutung. Wie mir der Forstinspektor des Kreises Bellinzona, Herr Albisetti berichtet, liefert sie im Verzascatal fast ausschliesslich das nötige Brennholz; in der Ebene von Magadino wurden künstliche Erlenpflanzungen angelegt und das Holz wird dort zur Fabrikation von Papier verwendet. Bei der Tessinkorrektion fand die Erle eine ausgiebige Verwendung, ihre Anpflanzung hat auf den sandigen Böden und feuchten Wiesen einen grossen Umfang gewonnen; die Grauerle wird jetzt stark bevorzugt, denn im Jahre 1904 allein kamen 80,000 Grauerlenpflänzlinge zur Verwendung.

Damit wird auch das Massenauftreten von tierischen Schädlingen einigermassen erklärt. Reine Bestände begünstigen ja in hohem Grade die parasitären Angriffe und solche Bestände von bedeutender Ausdehnung bildet die Erle an vielen Orten im Tessin.

Es ist zu bemerken, dass die Massenangriffe nicht überall auf die gleiche Ursache zurückgeführt werden dürfen. Es kommen da ganz verschiedene Insektenarten in Frage. Zunächst bemerkte ich

in dem wenig besuchten Val Bosco eine auffallend starke Verbreitung von *Psylla alni* L. Diese saugende Pflanzenlaus kommt dort in den Höhen zwischen 1600 und 1700 Meter auf der Grünerle (*Alnus viridis*) so häufig vor, dass die jungen Triebe und Blätter wegen der von Hautdrüsen ausgeschiedenen Wachswolle auf grössere Entfernung schneeweiss erscheinen. Wenn auch die Triebe leiden und nicht selten verkrüppelt sind, so ist diese Schädigung belanglos, weil die forstliche Bedeutung von *Alnus viridis* gering anzuschlagen ist. Beachtenswerter wird dieser Parasit auf *Alnus incana*, welche neuerdings im Val Campo stark von ihm heimgesucht wird. Daneben ist der blaue Erlenblattkäfer (*Galeruca alni* L.) strichweise recht häufig. Starken Frass habe ich im Malcantone und neuerdings auch im Verzascatal angetroffen. Ich halte es für wahrscheinlich, dass einzelne Frassherde, die zur Beobachtung gelangten, auf diese Art zurückzuführen sind. Daneben ist ein anderer Blattkäfer, *Luperus flavipes* L., von mir im Verzascatal fast noch häufiger angetroffen worden; die Erlenblätter werden von ihm stark durchlöchert. Immerhin treten diese Schädigungen zurück gegenüber den Verwüstungen des erzfarbenen Erlen-Blattkäfers (*Chrysomela aenea* L.). Er bevorzugt die Grauerle (*Alnus incana*) und trat namentlich im Maggiatale voriges Jahrzent in einer Massenhaftigkeit auf, von der man in der ganzen forstzoologischen Literatur nirgends ein ähnliches Beispiel verzeichnet findet. Nicht minder grossartig ist die Wirkung einer kleinen, rauchschwarzen Motte, der *Coleophora fuscedinella*. Die Räupchen derselben leben in einem aus abgestorbenen Blättern erstellten Säckchen und benagen im Tessin zu Millionen die Erlenblätter so ausgiebig, dass gar keine grüne Stelle mehr bleibt. Diese Motte hatte sich in der oberen Leventina stark eingenistet.

Ich werde mich hier ausschliesslich mit den beiden letzten Arten befassen, da sie als Forstinsekten für die Schweiz, speziell für den Kanton Tessin die grösste Wichtigkeit erlangen und in ihrem biologischen Verhalten noch der Aufklärung bedürfen.

A. *Chrysomela aenea* L.

Diese Art figuriert in der Literatur unter verschiedenen Namen: *Chrysomela aenea*, *Chr. coerulea-violacea*, *Lina aenea*, *Melasoma aenea*. Eine eingehende Beschreibung des Käfers hat L. Gyllenhal in seinem Werke „*Insecta suecica*“ (1813) geliefert. Seine Diagnose ist meist in den späteren Werken aufgenommen worden und lautet: „*C. aenea*. Ovata supra viridi-aenea nitidissima, creberrime punctulata, subtus obscurior, ano ferrugineo, thoracis lateribus non incrassatis.“

Die Grösse der Imagines unterliegt nur geringen Schwankungen, im allgemeinen sind die Männchen etwas kleiner als die Weibchen. Die Körperlänge des Käfers beträgt 6—8 Millimeter. Die Oberseite (Kopf, Halsschild und Flügeldecken) ist auffallend stark metallglänzend und erscheint in drei Hauptfarbenvarietäten. Vorherrschend ist im Tessin die glänzend grüne Varietät, auch intensiv blaue Käfer sind ziemlich häufig, numerisch am schwächsten vertreten ist eine auf der Oberseite prächtig rotgoldene oder glänzend kupferrote Varietät. Auch Zwischenformen kommen häufig vor, namentlich blaugrüne Formen, sowie glänzend grüne Käfer mit kupferfarbenem Schimmer auf dem Halsschild. Die schwarze Varietät, welche ich bei Nitsche erwähnt finde, habe ich bisher in der Schweiz nicht angetroffen. Auch die Unterseite der Käfer ist metallisch glänzend, aber im Vergleich zur Oberseite stets dunkler, meist schwärzlichgrün oder dunkelblaugrün. Das unter den Decken liegende Abdomen ist oberseits rauchgrau oder braunschwarz, ohne Metallglanz. Das letzte Abdominalsegment ist auf der Oberseite rostrot bis graurot, doch fand ich einzelne ausgefärbte Individuen, bei denen diese Stelle grau blieb. Die äusserste Spitze des Hinterleibes mit der Ausmündung des Afters ist ziemlich konstant schwarz bis grauschwarz und hebt sich deutlich von der rötlichen Färbung ab. Die Unterflügel sind rauchfarben.

Auf der ganzen Oberseite ist der Käfer runzelig und unregelmässig punktiert. Am feinsten ist die Punktierung auf dem glänzenden Kopf, dessen Mitte etwas vertieft erscheint. Etwas gröber sind die Punkte auf dem Halsschild, dessen Seitenrand ohne Längseindruck ist. Nitzsche macht die Angabe, dass die Runzelung in der Halsmitte schwächer erscheint als am Rande. Ich finde dies auch für die Tessiner Exemplare im allgemeinen zutreffend. Dennoch gibt es viele Individuen, bei denen in der Mitte die Punktierung ebenso stark wie am Rande ist.

Am tiefsten punktiert sind die Flügeldecken. In der Regel ist die Verteilung der Punkte ganz unregelmässig und die Oberfläche der Decken glatt. Bei manchen Individuen haben die Punkte jedoch eine Neigung, Längsreihen zu bilden und bei richtiger Beleuchtung kommen nicht selten niedrige Längsleisten der Decken zur Andeutung.

Auf der Unterseite fehlt die Punktierung fast ganz, dafür sind an den Abdominalsegmenten äusserst feine, aber deutliche parallele Querfurchen erkennbar, die sich bei den bogenförmigen Leisten des Randes verlieren. An der Hinterbrust sind unterseits zwei starke Vorwölbungen als eiförmige Höcker erkennbar, hinter ihnen sind die Hinterbeine eingelenkt.

Am Kopf sind die kräftigen Kiefern schwarz. Die gegen das Ende etwas verdickten Fühler besitzen ein stark angeschwollenes Basalglied von schwarzer Farbe, dessen abgerundetes Ende ist zuweilen rötlichbraun. Die Fühlerglieder 2—6 sind erheblich schwächer und meist von rötlicher Färbung, das Fühlerende ist schwarz. Bei manchen Individuen tritt jedoch dieser Unterschied in der Färbung nur wenig hervor.

Die Gangbeine sind nur wenig glänzend und schwarz, gegen das Ende zuweilen bräunlichschwarz.

Hinsichtlich der geographischen Verbreitung von *Chrysomela aenea* bemerkt Stierlin-Calwer[1]), dass die Art im nördlichen und mittleren Europa vorkomme. Gyllenhal[2]) hat sie häufig in Schweden beobachtet und Ratzeburg[3]) nahm sie unter die Forstinsekten auf, da er im Harzgebirge die Erlen von dieser Chrysomelidenart stark befressen fand.

In der Schweiz ist der in Rede stehende Käfer im Norden der Alpen bisher nirgends eigentlich häufig, sondern mehr vereinzelt angetroffen worden und daher kann für die nördliche Partie unseres Landes von einer forstlichen Bedeutung nicht gesprochen werden. Mein Kollege Prof. O. Stoll fand einzelne Exemplare am Zürichberg; ich habe in den letzten Jahren im Sihlwald auf *Almus incana* einige Stücke gesehen und drei Exemplare am Rigi in einer Höhe von 700 Meter gesammelt.

Wirklicher Massenfrass, wo Tausende von Käfern auf engem Gebiet gesammelt werden konnten, habe ich erst 1903 im Maggiatal gesehen. Hier zeigten sich Frassherde im Haupttal von Ponte Brolla bis über Cevio hinaus, dann in dem Seitental Val Campo in den Höhenlagen von 700—900 Meter.

Biologisches und Entwicklungsgeschichtliches über

Chrysomela aenea.

In den neueren Werken sind die Angaben über das biologische Verhalten und über die entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse ungemein dürftig, die Larvenbeschreibung ungenau und das Aussehen der Puppen, sowie der Ort der Verpuppung unberücksichtigt. Der alte Ratzeburg bemerkt nur kurz: „Im Jahre 1838 hatte ich Ge„legenheit, den Frass des Käfers und der Larven am südlichen Harz „auf starken Erlen zu sehen. Es waren mehr Käfer als Larven und

---

[1]) Stierlin-Calwer. Käferbuch. 5. Auflage. 1874.
[2]) L. Gyllenhal. *Insecta suecica.* T. I, pars III, pag. 467. 1813.
[3]) Ratzeburg. Die Forst-Insekten. I. Th. 1839.

„Puppen zu finden und die Generation dürfte wie bei *C. alni* sein, „welcher die ganz schwarzen Larven auch ähneln."

Da ich vermutete, die Entwicklung werde sich im allgemeinen nach dem Bilde der Vertreter der Unterfamilie unserer *Chrysomelini* gestalten, suchte ich zunächst die Art der Überwinterung festzustellen und begab mich gegen Mitte April 1904 ins Maggiatal, um diejenigen Stellen zu untersuchen, die ich im vorhergehenden Sommer stark befressen gefunden hatte.

In Analogie mit den verwandten Chrysomelidien ergab sich sofort, dass *Chrysomela aenea* als Käfer überwintert und zurzeit des Laubausbruches die Erlen bezieht. Die Überwinterung findet im Boden statt.

Dafür sprach zunächst, dass ich am 13. und 14. April unter den Erlen zahlreiche Käfer auf dem Boden herumlaufen sah; einzelne Käfer fand ich im Moos versteckt, ferner unter dem abgefallenen Laub und mehrfach unter grösseren Steinen verborgen. Ich vermute, dass auch noch andere Stellen bezogen werden, vielleicht Regenwurmgänge, höher gelegene Erlenwurzeln usw., doch konnte ich dies nicht sicher ermitteln.

Das Verlassen der Winterquartiere hängt zeitlich natürlich von der Höhenlage ab. Das milde Klima des Tessin bedingt wenigstens für die tieferen Lagen (200—400 Meter) einen frühzeitigen Laubausbruch, der für die Erlen anfangs April beginnt. Bei Cevio (400 m) standen in der zweiten Aprilwoche die Pfirsichbäume in voller Blüte, die Birken waren belaubt und die Lärchen frisch benadelt; auch die Grauerlen zeigten frischen Blätterschmuck, so dass ich an den jungen, schon stark befressenen Blättern bereits am 13. April über 150 Käfer in kurzer Zeit einsammeln konnte. Diese waren in den ersten Vormittagsstunden noch ziemlich unbeweglich und fielen daher beim Abklopfen alle in den unter gehaltenen Fangschirm. Von der Sonne erwärmt, beginnen sie um die Mittagszeit lebhafter zu werden, sie lassen sich nur schwer abschütteln, weil sie sich mit ihren Tarsen fest an die Blattfläche anklammern. Der Aufstieg der Käfer war um Mitte April in vollem Gang, besonders während der warmen Nachmittagsstunden sah man dieselben mit grosser Behendigkeit an den Erlenstämmen emporklettern, um nach den Zweigen und nach dem jungen Laub zu ziehen. Um die gleiche Zeit besuchte ich auch die höheren Lagen (800—900 m) bis Cerentino im Val Campo, hier war die Vegetation noch zurück, an wärmeren Lagen begannen zwar die Knospen der Grauerlen anzuschwellen, aber Laubausbruch war noch nicht eingetreten, daher auch nirgends Käfer sichtbar, letztere

lagen noch in ihren Winterquartieren und vereinzelte lebende Exemplare traf ich im Moos und unter Steinen an.

Wenn die überwinterten Käfer auf dem jungen Laub erscheinen, so fressen sie in den ersten Tagen recht ausgiebig, um sich zu erholen, erst nach einiger Zeit schreiten sie zur Begattung. Trotzdem ich Mitte April die Käfer schon sehr zahlreich auf dem Erlenlaube antraf, so waren sie doch meistens vereinzelt und nur wenige Pärchen schon in Copula begriffen.

An dem lebenden Material, das ich in Zürich im Zuchtkasten beobachtete, konnte ich feststellen, dass um den 20. April herum die Käfer allgemeiner in Begattung zu finden waren und unmittelbar darauf die Eiablage erfolgte. Bei der Copulation findet man in weitaus überwiegender Zahl die gleichfarbigen Varietäten vereinigt (also grüne Männchen und grüne Weibchen, kupferrote Männchen und kupferrote Weibchen, blau und blau), doch gibt es auch Ausnahmen, wo verschieden farbige Varietäten in Copula treten. Ob in letzterem Falle die Mittelformen entstehen, habe ich bei meinen Zuchten nicht mit Bestimmtheit ermitteln können, da die Larven ziemlich schwer aufzuziehen sind.

Eiablage. Nach erfolgter Begattung schreitet das Weibchen sofort zur Eiablage. Dabei entwickelt das Tier einen unverkennbaren Instinkt, indem es zu diesem Zwecke solche Blätter auszuwählen pflegt, die noch nicht befressen sind, die später auskriechenden Larven also hinreichend Nahrung vorfinden. Die Eier werden auf der Unterseite der Blätter abgesetzt, und zwar bei jedem Satze in rascher Aufeinanderfolge. An der Blattfläche der Länge nach festgekittet, bilden sie einen leicht erkennbaren, niedrigen Eifladen von einem halben Centimeter Durchmesser. Ein Ei liegt dicht neben dem andern; an einem Eifladen zählte ich 30 Eier, an einem andern 25 Eier und an einem dritten 27 Eier.

Das einzelne Ei ist langgestreckt, fast wurstförmig, die Länge beträgt 1½ Millimeter, der Quermesser etwa 0,6 Millimeter. Die Farbe ist blassgelb, glänzend. Als seltene Ausnahme fand ich die sämtlichen Eier eines Satzes am Pol befestigt und dann schief gestellt.

Die ersten Eier bemerkte ich am 17. April, am folgenden Tage sah ich zwei weitere Weibchen am Legegeschäft, dagegen erfolgte die Eiablage erst mit dem 21. April allgemeiner. Zeitlich genommen, verläuft sie etwas unregelmässig, da noch am 6. Mai einzelne Paare in Begattung begriffen waren. Auch scheint mir, dass das einzelne Weibchen nicht alle Eier auf einmal absetzt, sondern nach einiger Zeit einen weiteren Satz liefert, denn die Zunahme des Eihäufchen war grösser als die Zahl der vorhandenen Weibchen. Das Eistadium

dauert ziemlich konstant zwei Wochen. Die ersten Eier, die am 17. April abgesetzt wurden, lieferten am 1. Mai, also genau 14 Tage später, die ersten Larven. Das Ende der Eiperiode kündigt sich 2—3 Tage vorher durch auffallende Veränderungen an den Eiern an, die Eifarbe wird dunkelgelb und auf einer Seite lassen sich gegen den Kopfpol hin drei Paar schwarze Punkte erkennen. Es sind dies die Spitzen der kurzen Beine, welche durch die Eihülle hindurch schimmern.

Larvenentwicklung. Das Ausschlüpfen der Lärvchen erfolgt in jedem Eifladen gleichzeitig und nimmt nur wenige Stunden in Anspruch. Die verlassenen Eihüllen bleiben festgekittet und bilden jetzt einen blassen, aber immerhin leicht erkennbaren Fleck auf der Unterseite des Blattes.

Die jungen Larven, deren Länge am 1. Tage $1^1/_4$—$1^1/_2$ Millimeter beträgt, zerstreuen sich zunächst nur wenig, sie bilden vielmehr einen Larvenspiegel von geringer Ausdehnung. Erst am 4. Tage werden sie beweglicher und zerstreuen sich, bleiben aber zunächst immer auf der Unterseite des Blattes. Im Vergleich zu den späteren Phasen sind sie anfänglich sehr dunkel, ihre Farbe ist oben und unten dunkel schmutziggrün oder schwarz; der Kopf glänzend schwarz. Während des Larvenlebens findet man aber auch noch die Mutterkäfer zahlreich fressend, letztere sterben erst gegen das Ende der Larvenperiode nach und nach ab.

Gegen das Ende der Larvenperiode beträgt die Körperlänge durchschnittlich 1 cm, die Körperfarbe ist bedeutend heller geworden, namentlich auf der Unterseite, die jetzt hellgraugrün erscheint und gegen die grauschwarze oder dunkelgraugrüne Oberseite ziemlich scharf abgesetzt ist.

Der Kopf ist glänzend schwarz und trägt zwei kurze, kegelförmige Fühler, diese sind dreigliedrig, das Basalglied ist am stärksten entwickelt. Die Brustregion besitzt drei ziemlich kurze Beine, welche in einer kegelförmigen Klaue endigen, die Färbung der Beine ist graugrün, dagegen sind die Gelenke schwarz, ebenso das klauenförmige Endglied. Die beiden hinteren Brustringe (2. und 3. Brustsegment), sowie die Hinterleibsegmente tragen oberseits je 5 schwarze, kegelförmige Warzen, welche zusammen eine Querreihe am einzelnen Segment und 5 Längsreihen auf dem Oberkörper bilden; die beiden Medianreihen sind am niedrigsten, am höchsten sind die Warzen der inneren Lateralreihe.

Die Unterseite des graugrünen Hinterleibes ist schwarz punktiert.

Der terminal gelegene After bildet eine quere Spalte und ist wie bei verwandten Chrysomelidenlarven mit einer Haftscheibe um-

geben, die etwas in die Breite gezogen, auf der Oberseite stark eingebuchtet erscheint. Die Haftscheibe zeigt bei der Larve von *Chrysomela aenea* eine auffallend starke Entwicklung, ihre Fläche pflegt etwas wulstig zu sein.

Mit Hilfe dieses sehr wirksamen Haftapparates vermag die Larve sich überall und rasch anzukleben, selbst an ganz glatten Flächen, daher wird er auch sofort in Tätigkeit gesetzt, wenn ein Herabfallen droht. Er wird wahrscheinlich auch, wie man aus gewissen Bewegungen schliessen darf, als Tastorgan gebraucht. Die Haftscheibe wird hervorgetrieben und geschwellt, indem die Abdominalsegmente zusammengedrückt werden und der flüssige Körperinhalt damit sich nach der Scheibe hindrängt.

Man kann künstlich durch Druck mit dem Finger oder mit der Pincette diese Endscheibe schwellen, selbst dann noch, wenn die Larve vorher in Alkohol abgetötet wurde.

Die Gesamtgestalt der Larve ist in der Mitte am breitesten, nach vorn und nach hinten verschmälert sich der Körper. Die Behaarung der Oberfläche ist sehr schwach, am Kopf und an den Beinen erkennt man unter der Loupe vereinzelte Borsten, während Brust und Hinterleib fast ganz kahl sind. Die Larve, wenn sie auch anfänglich ziemlich ruhig auf der Blattfläche sitzt, wird namentlich gegen das Ende der Larvenperiode sehr beweglich, sie geht dann meist spannend, indem sie den Hinterleib stark abwärts krümmt, sich mit der Haftscheibe des Afters fixiert und dann den Körper vorschiebt.

Im mittleren Lebensalter verlässt sie meist die Unterseite des Blattes und begibt sich nach der Oberseite, wandert auch nach benachbarten Blättern, um eine mehr solitäre Lebensweise zu führen.

Um über die Dauer des Larvenlebens unter natürlichen Bedingungen im Freien — bei der Zucht gehen die Larven meist vor der Verpuppung zugrunde — ins klare zu kommen, verschaffte ich mir Material aus dem Tessin.

Herr Kantonsforstinspektor Merz in Bellinzona hatte die Freundlichkeit, mir wiederholte Sendungen zu besorgen, das Material stammte aus dem Maggiatal. Eine Sendung, die am 20. Mai aus Cevio eintraf, liess wohl eine Menge Larven verschiedener Grösse, aber noch keine einzige Puppe erkennen. Wenige Tage nachher, am 23. Mai, hatte ich Gelegenheit, bei Ponte Brolla am Eingang ins Maggiatal starken Frass auf Erlen zu durchmustern, ohne jedoch eine Puppe zu finden. Es waren wiederum nur Larven sichtbar.

In meinen Zuchten lieferte mir die Sendung aus Cevio die erste Puppe am 28. Mai, häufiger wurden die Puppen vom Anfang Juni an.

Wir können daher das Larvenstadium seiner Dauer nach auf einen vollen Monat, im Minimum auf 4 Wochen ansetzen.

Bezüglich der Larvenhäutung konnte ich feststellen, dass jeweilen ein Längsriss vom Kopf bis zum Abdomen auf der Rückenseite erfolgt, dann arbeitet sich der Vorderkörper unter lebhaften Hin- und Herbewegungen heraus und zuletzt wird das Abdomen herausgezogen. Die frisch gehäutete Larve ist zunächst hell gefärbt.

Puppe. Allgemeiner beginnt im Tessin die Verpuppung in der zweiten Woche des Juni. Eine grosse Sendung, die ich am 11. Juni aus dem Valle Maggia erhielt, zeigte eine starke Zerstörung der Grauerlenblätter, die Larven waren meist ausgewachsen, auch vereinzelte Puppen langten mit der Sendung an, in den nächsten Tagen wurde die Verpuppung allgemein.

Für die Puppenruhe wählt die Larve stark skelettierte Blätter aus, die Puppen findet man aber auf der Oberseite, noch häufiger auf der Unterseite des Blattes; diese Stellen werden offenbar aufgesucht, um nicht durch fressende Larven beunruhigt zu sein.

Die Larve, jetzt etwas hell geworden, kittet die Hinterleibsspitze mit der Haftscheibe an die nächsten Blattrippen, bleibt mit gekrümmtem Rücken und hängend etwa drei Tage lang ruhig in dieser Stellung, streift dann mit kräftigem Ruck die Larvenhaut ab und schiebt sie nach dem Hinterende. Die frische Puppe ist zunächst graugrün mit schwarzem Kopf und Fühlerscheiden; die Flügelscheiden erscheinen schwarz gestreift, die Beine schwarz. Aber schon am zweiten Tag beginnt sie dunkler zu werden, wird glänzend schwarz, mit Ausnahme einer median verlaufenden Linie und einigen hellgraugrünen Flecken auf der Oberseite. Während der Ruheperiode richtet sich die Puppe, die 7 Millimeter lang wird, zuweilen spontan in die Höhe.

Das Puppenstadium dauert genau eine Woche, denn die erste Puppe, datierend vom 28. Mai, lieferte am 3. Juni einen Käfer, eine Puppe vom 29. Mai einen solchen am 4. Juni. Verlässt der Käfer die Puppenhülle, so sind die Beine schwarz, das Halsschild metallgrün angeflogen, die Flügeldecken licht strohfarben, aber schon nach 24 Stunden wird die definitive Färbung angenommen.

Wir haben somit als zeitlichen Verlauf der Entwicklung

Eistadium	14 Tage
Larvenstadium	28 Tage
Puppenstadium	7 Tage
Entwicklungsdauer	**5 Wochen.**

Die Käfer und ihr Verhalten bis zur Überwinterung. Wie aus dem Vorhergehend ersichtlich ist, liefert die Frühjahrsgeneration eine neue Käfergeneration, die von Mitte Juni an allgemeiner erscheint. Zwar gibt es viele Nachzügler, die das regelmässige Bild stören, denn noch im Anfang Juni kann man verspätete Eiablage an frischen Eihäufchen wahrnehmen.

Die zweite Generation ist schon in den ersten Augusttagen fertig entwickelt, wenigstens fand ich Ende Juli 1903 im Val Campo massenhaft Puppen neben Käfern, aber nur wenige Larven.

Anfänglich glaubte ich, dass bis zum Eintritt des Winters noch eine dritte Generation zur Entwicklung gelangen dürfte. Dem ist aber nicht so und dieser Umstand mildert die forstlichen Nachteile sehr erheblich.

Gegen Mitte August 1904 beging ich Grauerlenbestände im Val Campo bis 900 Meter Höhe. Dass auch in diesem Jahr starker Frass vorhanden war, liess sich überall an stark skelettierten Blättern erkennen. Aber weder Puppen noch Käfer waren sichtbar, letztere hatten sich also schon gegen Mitte August in ihre Winterquartiere zurückgezogen. Es war auch nicht schwer, einzelne lebende Käfer im Grase und im Moos versteckt aufzufinden. Ich dachte an die Möglichkeit, die Käfer im Boden in Massenquartieren vorzufinden, doch habe ich darüber nichts Sicheres ermitteln können. Es mag auffallen, dass *Chrysomela aenea* sich so früh zur Überwinterung anschickt. In Wirklichkeit lag aber 1904 die Sache so, dass nach einem sehr heissen Sommer in jenem Gebiet schon Ende August ein starker Temperatursturz eintrat und im Gebirge bis zu 1000 Meter herab Schnee fiel; ein richtiger Instinkt hat also die Tiere beim zeitigen Rückzug in den Boden geleitet.[1])

Frasspflanzen und Frassbild im Larven- und Imagostadium.

Die älteste Angabe über das forstliche Verhalten von *Chrysomela aenea,* die auf wirkliche Schädigungen schliessen lässt, finde ich bei L. Gyllenhal, welcher bezüglich dieser Art in seinen „*Insecta suecica*“ bemerkt: „*Habitat in foliis Betulae alni, frequens, folia misere devastans.*“ Es mag dies Ratzeburg veranlasst haben, *Ch. aenea* seinen Forstinsekten einzureihen, zumal dieser Autor starken Käferfrass im

[1]) Nicht ohne Interesse ist vielleicht ein analoger Fall bei der alpinen Chrysomelidengattung Oreina. Ende Juli 1906 fand ich zwar bei 1800 Meter Höhe im Scarlthal die Käfer noch in Menge auf ihren Frasspflanzen. Aber auch zahlreiche Individuen hatten sich bereits in schützende Quartiere zurückgezogen. Als solche wurden mit Vorliebe abgehobene Borken liegender Arvenstämme benutzt. — Mitte August trat dann in den Alpen starker Schneefall ein, so dass diese Vorsorge wohl angebracht war.

südlichen Harz zu beobachten Gelegenheit hatte. Die neueren Autoren gehen ziemlich leicht über diese Art hinweg und sind nicht geneigt, ihr eine forstliche Bedeutung beizumessen, Angaben über das Frassbild sind so gut wie gar nicht vorhanden; über die entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse erfahren wir gar nichts.

Taschenberg erwähnt in seinem umfangreichen Werk über „Praktische Insektenkunde“ (1879) die in Rede stehende Art gar nicht einmal. Der treffliche, überall so genaue Nitsche begnügt sich mit einer Beschreibung des Käfers; R. Hess weiss nur so viel, dass Massenfrass von *Ch. aenea* bisher nicht bekannt geworden sei und Nüsslin wiederholt diese Bemerkung.

Als Frasspflanze bezeichnet Gyllenhal die Erle, Saxesen und Kaltenbach fanden den Käfer sowohl auf Erlen als auch auf Birken.

Soweit meine Beobachtungen in der Schweiz reichen, so ist die gewöhnliche Nährpflanze die Grauerle (*Alnus incana*). Sowohl im Tessin wie auch im Kanton Schwyz (Rigi) und bei Zürich (Sihlwald) fand ich die Käfer auf der Grauerle. Er geht indessen auch auf die Schwarzerle über, beispielsweise habe ich im Maggiatal und im Agnotal ziemlich starken Frass beobachtet. Auffallenderweise scheint die Birke bei uns nicht angegangen zu werden. Im Val Campo zum Beispiel grenzte ein starker Birkenbestand unmittelbar an den Frassherd der Grauerlenbestände, Gelegenheit zur Überwanderung war also geboten; aber die Birken waren nirgends befressen.

Einmal fand ich den Käfer auf Liguster, bei einer anderen Gelegenheit auf Rubus, das sind aber Ausnahmen.

Mit grosser Beharrlichkeit wurde mir im Tessin die Angabe wiederholt, dass *Ch. aenea* auf die Weinrebe übergegangen sei und dort starken Frass verursacht habe. Ich habe aber niemals Belegstücke erhalten können, im Maggiatal sah ich Weinreben in unmittelbarer Nähe von stark mit Larven und Käfern bevölkerten Erlen, aber niemals habe ich einen Übertritt auf Rebblätter feststellen können. Ich glaube daher, dass diese Volksmeinung im Tessin lediglich der Furcht entspringt, das massenhaft auftretende Insekt könnte die Zahl der Rebenfeinde vermehren.

Mit Bezug auf das Frassbild muss ich hier betonen, dass auf den Blättern der Käferfrass durchaus anders aussieht als der Larvenfrass. Der Käfer pflegt die Blattsubstanz gewöhnlich vom Rande her zu benagen, indem er zunächst die Einbuchtung zwischen zwei Blattzähnen vertieft und gegen die Mittelrippe hin vordringt; die Mittelrippe und ausserdem die ihr zunächst gelegene Blattsubstanz wird übrig gelassen; Löcherfrass macht der Käfer gewöhnlich nicht und wo solcher dennoch vorkommt, rührt er gar nicht von dieser

Art, sondern von *Luperus flavipes* her. Manche Blätter zeigen diese ausgefressenen Stellen in regelmässiger Anordnung, indem die Frasslücken ungefähr gleich gross erscheinen.

Der Larvenfrass sieht je nach dem Alter der Larve ganz verschieden aus. Ganz junge Larven, die auf der Unterseite des Blattes beisammen leben, schaben die *Epidermis* und etwas *Mesophyll* ab, wodurch später bräunliche, dicht beisammen stehende Frassflecken entstehen, aber keine Löcher verursacht werden.

Fig. 1. Larvenfrass von *Chrysomela aenea.*

Die Larven im mittleren Lebensalter leben zunächst auch noch gesellig auf der Unterseite, meist 4—5 Stück beisammen, fressen aber jetzt zahlreiche, dicht beisammen stehende Löcher, bis das Blatt schliesslich fein skelettiert ist. Grössere Larven wandern ungemein lebhaft, begeben sich meist auf die Oberseite von intakten Blättern und fressen grosse, meist runde Löcher. Man trifft sie mehr vereinzelt und blutegelartig herumkletternd.

Im Hochsommer, d. h. Ende Juni und Anfang Juli erlangt der Frass seinen Höhepunkt, indem um diese Zeit Käfer und Larven massenhaft vorhanden sind. Dass die überwinterten Käfer teilweise noch im Anfang Juni Eier ablegen, anderseits in diesem Monat auch

die zweite Generation Eier legt, so finden wir anfangs Juli die Larven beider Generationen gemischt.

Diese rege Tätigkeit erzeugt völligen Kahlfrass und die Bestände des Maggiatales zeigten ein geradezu trostloses Bild.

Im Val Campo war ein Grauerlenbestand auf eine Ausdehnung von wenigstens 20 Hektaren so vollkommen verwüstet, dass an den meisten Bäumen buchstäblich kein einziges grünes Blatt mehr vorhanden war.

Fig. 2. Käferfrass von *Chrysomela aenea.*

Die skelettierten Blätter fallen den Winter über ab und nach der Schneeschmelze kann man schon aus der Beschaffenheit des am Boden liegenden Laubes beurteilen, welche Stellen im Vorjahre Frass hatten.

Die Rückwirkung eines solchen Zerstörungswerkes äussert sich vor allen Dingen in einer Verminderung des Zuwachses.

Dagegen habe ich niemals ein Eingehen von Erlen bemerken können, auch die am stärksten befressenen Exemplare treiben im folgenden Frühjahre zur normalen Zeit aus. Verspätete Belaubung habe ich an einzelnen niederen Büschen wohl bemerken können, aber es rührt dies nachweisbar nicht von Käfer- oder Larvenfrass her, es waren vielmehr Ziegen, die im Maggiatal noch in ziemlicher Zahl

gehalten werden, welche die rückständigen Erlen sehr stark geschädigt hatten.

Im Herbst 1904 erlangte ich zu meiner Überraschung Aufklärung über das Ausbleiben der Nachteile.

Als ich gegen Mitte August die Frassherde wieder besuchte, erschien ihr Aussehen wieder ganz normal, die Erlen ergrünten insgesamt wieder gegen den Herbst, die Johannistriebe waren zum Teil sehr üppig, da die Käfer eben die Erlen bereits verlassen hatten.

Zwar konnte man in der neuen Belaubung ziemlich häufig abgestorbene Triebe erkennen. Diese Erscheinung steht jedoch mit *Chrysomela aenea* in gar keinem Zusammenhang, sondern rührt von den Larven des Haselnussbockes (*Oberea linearis*) her, welche auch Triebe der Grauerle zum Absterben bringen. Mein Kollege Professor K. Eckstein aus Eberswalde, der mich auf einer Tour ins Maggiatal begleitete, machte mich zuerst auf diese Cerambycidenschädigung aufmerksam. Die in der Nähe vorhandenen Haselnusstauden wiesen ebenfalls viele abgestorbene Triebe auf.

Das mit Anfang August eintretende Wiedergrünen der verwüsteten Erlen mag den Forstmännern des Tessin einige Beruhigung gewähren, da sie ausser den Störungen im Zuwachs keine weiteren Nachteile zu befürchten haben.

Noch auf ein interessantes Frassbild, das dieser Augustperiode entstammt, möchte ich aufmerksam machen. Gegen Ende Juli trifft man keine Larven mehr an, sondern nur Puppen und Käfer, letztere fressen noch kurze Zeit an den Blättern der Johannistriebe, so dass man von Mitte August an die vom Juli her stehen gebliebenen, vollkommen skelettierten Blätter vorfindet, darüber Blätter, welche den Käferfrass in der früher geschilderten charakteristischen Erscheinung zeigen, also vom Rande her eingefressen sind und über diesen endlich ganz gesunde, unverletzte Blätter.

Natürliche Feinde von *Ch. aenea.*

Die auf der Oberseite der Blätter lebenden Käfer sind ihres Glanzes wegen auffällig, scheinen aber wenig Feinde zu haben. Dass insektenfressende Vögel ihnen nachgehen, habe ich nicht feststellen können, solche sah ich niemals an der Arbeit. Man wird nun freilich einwenden, dass dieser negative Befund nicht beweisend ist, indem ja Tessin der Vogelwelt sehr hart zugesetzt hat und sie nicht aufkommen lässt. Die Gerechtigkeit erfordert jedoch anzuerkennen, dass der oft gehörte Vorwurf nicht mehr ganz zutreffend ist und die auf Erhaltung der nützlichen Vögel gerichteten Bestrebungen sicht-

bare Erfolge erzielt haben. In der Neuzeit hat sich insbesondere der Staatsrat Donini in sehr nachhaltiger Weise der Vogelschutzfrage angenommen, so dass heute die gefiederte Welt des Tessin in Zunahme begriffen ist. Die Leventina, ich gebe das zu, ist noch verarmt, dagegen ist das Verzascatal mit Finken und Meisen sogar stark bevölkert, ebenso das Maggiatal, wo sich auch die Nachtigall ansiedelte und die Rotschwänzchen sogar recht zahlreich sind.

Bei der Überwinterung der Käfer gehen offenbar viele Individuen im Boden zugrunde. Es ist auffallend, wie häufig man Reste unter Steinen auffinden kann. Im Frühjahr stiess ich auf Leichen, die noch ziemlich frisch aussahen. Es ist denkbar, dass Mykosen unter den Käfern aufräumen. Die häufige Anwesenheit von fleischfressenden Tausendfüssern (*Lithobius*) lässt darauf schliessen, dass ihnen die frühzeitig in die Bodendecke einwandernden Käfer zur Nahrung dienen, zumal die Bodenfauna sonst nicht gerade reich ist.

Weit wirksamer erscheinen die den Sommer über oberirdisch auftretenden Feinde. Die auf dem Blätterwerk lebenden Larven von *Ch. aenea* werden massenhaft vernichtet — es sind die Larven von Schwebfliegen (*Syrphus*), welche ihrer räuberischen Lebensweise wegen die Schädigungen im Tessin stark einzudämmen vermochten.

Dieses Faktum darf als neu bezeichnet werden. Bisher kannten wir Syrphus-Larven nur als Feinde der Blattläuse und auch in der neuern Literatur werden letztere ausschliesslich als Nährmaterial aufgeführt. Man stützte sich immer wieder auf die Angaben von Réaumur, welcher in seinen klassischen „Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes“ schon im Jahre 1738 seine heute noch mustergültigen Beobachtungen veröffentlicht hat. Die Schilderungen der Angriffsweise der Syrphus-Larven sind so zutreffend und auch auf unseren Fall so passend, dass ich nicht umhin kann, die eigenen Worte von Réaumur hier anzuführen. Er sagt von diesem Insektenräuber: „il se fixe sur sa partie postérieure, il porte le bout de sa tête ou de sa trompe le plus loin qu'il peut; là il tâte, s'il ne rencontre point de puceron; car il ne sait que tâter, il ne parait pas qu'il voye aucunement; il cherche souvent au loin des insectes, pendant qu'il a de très proches. Enfin vient-il à toucher quelque malheureux puceron, aussitôt il le saisit, il le pique avec ses trois dards disposés en fleur de lis, il le prend, comme nous prenons un morceau de viande avec une fourchette. Dès que le vers s'est emparé d'un puceron, il fait rentrer sa tête et son premier anneau sous le second anneau; il tire le puceron et le force de s'enfoncer en partie dans l'ouverture de ce même anneau; le puceron s'y trouve posé, comme l'est un bouchon dans le goulot d'une bouteille. Enfin, après

que le ver a pompé le puceron pendant quelque tems, il le jette; et alors le puceron est aussi sec que le seroit une dépouille. Le ver ne perd point de tems, sur le champ il en cherche un autre, il s'en empare et le suce. Quand il est bien affamé, c'est l'affaire d'une minute. J'ai vu manger vingt pucerons de suite à un même ver en moins de 20 minutes."

Es war für mich überraschend zu beobachten, dass nicht nur Blattläuse, sondern auch Larven von *Chrysomela aenea* in gleicher Weise behandelt werden und den räuberischen Syrphuslarven massenhaft zum Opfer fallen.

Im Maggiatal traf ich letztere überall ungemein häufig an. Vorherrschend war eine etwa $1^1/_2$ Centimeter lange, oberseits braungefleckte Larvenart, daneben kommen ganz grosse, lauchgrüne Syrphuslarven vor sowie eine kleine Form, aus welcher ich *Syrphus umbellatarum* erzog.

Die mit dem spitzen Vorderende umhertastenden Larven leben unter den Chrysomela-Larven, welche oft genug ganz harmlos über den Körper ihres Feindes hinweglaufen, plötzlich werden sie erfasst und auf der Bauchseite zwischen Brust und Abdomen angebohrt. Unter eigentümlichen Pumpbewegungen wird ihr Leibesinhalt ausgezogen, die Chrysomela-Larve schrumpft immer mehr zusammen und zuletzt bleibt nur noch der leere Chitinbalg zurück.

Am 12. Juni 1904 sperrte ich 4 ausgewachsene Syrphuslarven mit 14 ausgewachsenen Larven von *Chrysomela aenea* zusammen. In zwei Tagen waren diese bereits vollzählig vernichtet; zwölf leere Larvenbälge lagen am Boden des Versuchsgefässes und zwei Bälge klebten an den Erlenblättern, welche ich beigegeben hatte. Wenn ich annehme, dass jede Syrphuslarve täglich ein Quantum Chrysomela-Larven verzehrt, dessen Gewicht dem eigenen Körpergewicht gleichkommt, so ist diese Schätzung eher zu niedrig als zu hoch.

Aus einer Sendung von Erlenfrass aus dem Maggiatal, welche ungefähr ein Kilogramm wog, konnte ich gegen zwei Dutzend Syrphuslarven herauslesen und an den Blättern hafteten zahlreiche Bälge von Blattkäferlarven, die nicht von Häutungen herrühren konnten. Es waren die Reste, welche die Schwebfliegenlarven übrig gelassen hatten.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass auf die genannte Weise eine sehr wirksame Eindämmung der Erlenschädigung erfolgt.

B. *Coleophora fuscedinella* Zell.

In der oberen Leventina findet man zwischen Faido und Airolo ausgedehnte Erlenbestände. An den Hängen und zu beiden Seiten

des Tessin herrscht die Grauerle (*Alnus incana*) vor. In den Jahren 1903 und 1904 konnte man vom Eisenbahnwagen der Gotthardbahn aus zahlreiche, inselartig zertreute Frassherde bemerken; am stärksten waren die Erlenbestände bei Rodi und Piotta befressen, die Kronen der Bäume waren wie versengt. Die Erscheinung trat schon Ende Mai auf und die meisten Frassherde hatten eine Ausdehnung von 2—3 Hektaren.

Da ich die Verwüstungen nur im Vorbeifahren besichtigen konnte, neigte ich der Annahme zu, dass sie wie im Maggiatale von *Chrysomela aenea* herrühren. Indessen schrieb mir damals Herr Kreisförster Furrer in Faido, dass er in der Leventina nur äusserst wenige Käfer auf Erlen bemerkt habe und dass das Dürrwerden der Blätter von einer anderen Schädigung herrühren dürfte. Er übersandte mir dann am 20. Juni 1904 ein grosses Paket mit Frassmaterial; es bestätigte sich auf den ersten Blick, dass Chrysomela-Frass völlig ausgeschlossen war.

Das Blätterwerk war weder skelettiert noch gelöchert, sondern platzweise geschabt. Die anhaftenden, massenhaft vorhandenen Raupensäcke wiesen auf *Coleophora*, lebende Mottenraupen waren darin regelmässig vorhanden. Ich brachte sie im Zwinger zur Verpuppung und erzog eine grosse Zahl von Motten, die sich unzweifelhaft als *Coleophora fuscedinella* erwiesen.

Vor mehr als einem Jahrzehnt wurde diese Art in die Forstentomologie durch Altum eingeführt.[1]) Genauer gesagt, war es eigentlich Nitsche, der ihr den definitiven Platz gesichert hat[2]), denn Altum hat sie irrtümlicherweise unter dem Namen *Coleophora coracipennella* aufgeführt, was Nitsche berichtigt hat. Ein grosser Frass wurde seinerzeit beobachtet in dem preussischen Regierungsbezirk Stralsund, wo er sich über etwa 350 Hektaren ausdehnte. Ich glaube unter der Wirklichkeit zu bleiben, wenn ich annehme, dass alle Frassherde im Livinental, die ich 1904 beobachtete, zusammen ebenso umfangreich waren.

Die Zugehörigkeit von *C. fuscedinella* zur schweizerischen Mikrolepidopterenfauna ist bereits von H. Frey hervorgehoben worden, wenn auch Schädigungen nicht namhaft gemacht wurden.

In biologischer Hinsicht wird angegeben, dass in Deutschland das „Rabenfederchen“ als Raupe aus dem Ei schlüpfe und durch Befressen der Erlenknospen diese tötlich verletze, sodass die Knospe eingeht. Der Frass der Raupe, die übrigens nicht monophag ist,

[1]) Vergl. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 1894.

[2]) H. Nitsche. Lehrbuch der Mitteleuropäischen Forstinsektenkunde, 1895.

Nachträge pag. 1354.

soll bis Ende Mai dauern. Später soll eine zweite Generation auftreten (?).

Meine biologischen Erhebungen lauten etwas anders, wobei ich unentschieden lassen muss, ob etwa die Höhendifferenzen Ursache meiner abweichenden Ergebnisse sind.

Am 20. Juni fand ich in den Raupensäcken fast immer Räupchen. Puppen waren nur sehr wenige vorhanden, erst mit Ende Juni war die Verpuppung allgemeiner geworden. Nach den von mir gemachten Erhebungen dauert die Puppenruhe durchschnittlich 18 Tage. Das Erscheinen der Motten begann am 10. Juli, allgemeiner wurde das Schwärmen Mitte Juli und Nachzügler stellten sich nur in geringer Zahl ein. Die Motten erwiesen sich als ziemlich langlebig.

Wenn das Auftreten einer zweiten Generation angenommen wurde, so kann ich zurzeit noch nicht zustimmen. Vom forstlichen Gesichtspunkte aus ist dieser Umstand von Wichtigkeit. Zweifelsohne hätte man, falls eine zweite Generation vorhanden wäre, auch Herbstfrass bemerken müssen.

Als ich Mitte August 1904 die Frassherde, die ich im Mai so zahlreich bemerkte, wieder besuchen wollte, fand ich sie alle wieder ergrünt, der Johannistrieb war üppig und unversehrt. Die Erlen, die im Norden zum Teil eingehen, hatten sich also erholt und erschienen lebenskräftig.

Die Morphologie von *Coleophora fuscedinella* ist von früheren Autoren mit genügender Vollständigkeit angegeben worden. Eine gute Diagnose des Schmetterlings hat Heinemann geliefert und namentlich auch die Unterschiede gegenüber nahe verwandten Arten mit der nötigen Schärfe hervorgehoben. Die Flügelspannung beträgt je nach dem Geschlecht 10—12 Millimeter. Die Vorderflügel sind dunkelgraubraun, die Hinterflügel dunkelgrau. Im allgemeinen sind die kleineren Männchen etwas heller gefärbt als die Weibchen. Charakteristisch erscheint der metallisch glänzende, messingfarbene Anflug auf den Vorderflügeln, der besonders im männlichen Geschlecht stark hervortritt.

Die Fühler sind zart, verhältnismässig lang und jedes Glied schwarz und weiss geringelt. Die Fühlerspitze ist ganz weiss im Gegensatz zu der äusserst ähnlichen *C. nigricella*. Übergänge zu letzterer Art konnte ich nicht wahrnehmen.

Die Motte benimmt sich äusserst lebhaft und fliegt schussweise.

Die im erwachsenen Zustande 6—7 Millimeter lange Raupe ist schokoladefarben, mit matter Körperoberfläche, der Kopf und das erste Segment glänzend schwarz.

Sie lebt auf der Unterseite der Erlenblätter und fertigt sich aus abgestorbenen Partien des befressenen Blattes einen Sack an, der ihr zum Schutze dient. Die Länge des lederbraunen Raupensackes beträgt durchschnittlich 8 Millimeter, er ist bei der Mehrzahl vollkommen gerade und an den beiden Enden etwas verengt, doch kommen auch viele Raupensäcke vor, die etwas gekrümmt sind und daher etwas kürzer erscheinen. Am Ende der Frassperiode kittet die Raupe das vordere, offene Sackende sehr fest an die Unterseite des Blattes und verwandelt sich im Innern ihrer Umhüllung in eine dunkle Puppe. Bei Massenfrass beziehen indessen auch sehr viele Raupen zur Verpuppung die Blattoberseite oder benachbarte Zweige.

Fig. 3. Blattfrass von *Coleophora fuscedinella.*

Wie bereits bemerkt, tritt um Mitte Juli die Flugzeit ein und die Hauptmasse der Motten schwärmt gleichzeitig.

Frassbild.

Dasselbe ist ungemein charakteristisch und von jedem andern Erlenfeind verschieden.

Altum gibt an, dass die im Frühjahr auskriechenden Räupchen zunächst die Knospen schädigen. Ich hatte keine Gelegenheit, im Tessin den Umfang dieser Schädigungen festzustellen.

Soviel ich dem mir übersandten Material entnehmen konnte, lassen die Räupchen auch bei Massenfrass die Blätter erst zur Entfaltung gelangen, bevor sie dieselben angreifen. Der Angriff erfolgt in der Regel von der Unterseite her, und zwar frisst die Raupe platzweise.

Sie schabt erst die Epidermis ab und nachher auch das Mesophyll, doch lässt sie von letzterem noch etwas übrig. Die geschabte Stelle erscheint dann oberseits als hellbrauner Fleck; doch wird ab

und zu alles Mesophyll abgeschabt und nur die zarte Epidermis der Oberseite stehen gelassen, dann entsteht ein weisser Fleck.

Je nach der Stärke des Frasses erkennt man am Blatt 15—20 Frassflecken, oder auch wohl 50—60 scharf abgesetzte Stellen, schliesslich fliessen diese ineinander über, so dass gar kein Chlorophyll mehr vorhanden ist und das wie versengt oder vertrocknet erscheinende Blatt nur ab und zu auf dem hellbraunen Grunde einzelne weisse Flecken erkennen lässt.

Die getigerten Blätter, die noch Einzelflecke haben, zeigen natürlich Frasstellen von verschiedenem Umfang, doch sind die Umrisse nur im Anfang gerundet, später werden sie meist quadratisch oder rechteckig mit einem Durchmesser von 4—5 Millimeter.

Ab und zu zeigen sich Löcher in den geschabten Blättern; diese rühren ebenfalls von den Raupen her und sind darauf zurückzuführen, dass diese vertrocknete Blattstücke herausschneiden, um sich daraus ihre Säcke anzufertigen. Gewöhnlich wird ein Frassfleck dem Rande entlang geschnitten, sodass die durchlöcherte Stelle von chlorophyllhaltiger Substanz begrenzt wird.

Frasswirkungen. — Bekämpfung.

Die forstlichen Nachteile, welche der Massenfrass der Mottenraupen im Gefolge hat, bestehen wohl nur in Zuwachsverlusten. Dieselben dürften erheblich genug sein, da der Frass schon während des Mai sehr ausgiebig und den grössten Teil des Juni noch in Zunahme begriffen ist, so dass die assimilatorische Fläche während der günstigsten Wachstumsperiode ausserordentlich stark verringert wird.

Wenn das Bild der Zerstörung auch beängstigend erscheint, so kann sich der Praktiker insofern beruhigen, als vom Juli an der Frass sistiert und im August ein allgemeines Wiedergrünen der Erlen eingetreten ist und eine zweite Generation von Raupen wahrscheinlich gar nicht vorkommt.

Auch wird im allgemeinen der forstliche Schaden dadurch eingeschränkt, dass in der Schweiz in den tiefer gelegenen Gebieten *Coleophora fuscedinella* ziemlich spärlich vorzukommen scheint.

Im Tessin findet sie die passendsten Lebensbedingungen offenbar in den Höhenlagen von 800—1000 Meter ü. d. M. Bei 1100 Meter waren in der Nähe von Airolo keine Frasstellen mehr sichtbar.

Auch im Norden der Alpen bewohnt *C. fuscedinella* vorwiegend höhere Lagen. Einen ziemlich starken Frass habe ich vor einiger Zeit auf den Kämmen des Albis bei Zürich gesehen und zwar auf der Grünerle (*Alnus viridis*). An der Lägern bemerkte mein Kollege Dr. Rikli einen grösseren Frassherd, und wie ich aus dem mir über-

gebenen Material — wiederum *Alnus viridis* — ersehen konnte, handelte es sich um einen wirklichen Massenfrass.

Was die Frage der Bekämpfung anbetrifft, so sind die Aussichten auf ein erfolgreiches Verfahren in diesem Falle sehr gering.

Altum empfiehlt als Gegenmittel bei beginnender Vermehrung Abschneiden und Vernichten der befallenen Triebe. Theoretisch klingt das ganz schön, aber in der Praxis lässt sich dieses Verfahren schon deswegen nicht durchführen, weil die befressenen Erlen vielfach eine solche Höhe erreichen, dass sie vom Boden aus nicht gesäubert werden können und die Anwendung von Leitern doch wohl recht umständlich würde.

Aber selbst vorausgesetzt, dass man im Anfang der Frassperiode alle angegangenen Erlentriebe erreichen und vernichten könnte, so hätte eine solche Bekämpfung nur dann einen Sinn, wenn ein allgemeineres Absterben der Frassherde einträte. Das ist aber im Tessin nicht der Fall, sondern nach dem Aufhören des Frasses tritt eine Wiederbelaubung ein und schon im August sind die Erlen wieder ergrünt. Man würde somit mit dem Vernichten der Triebe mehr Schaden anrichten als die *Coleophora fuscedinella.*

Coleophora-Schädigungen zu bekämpfen, hat, wie wir von der Lärchen-Miniermotte her wissen, im allgemeinen nur wenig Aussicht auf Erfolg, sobald diese grösseren Umfang angenommen haben.

Am ehesten liesse sich an ein Eingreifen im Puppenstadium denken. Anfangs Juli sitzen die Puppen massenhaft auf den eingetrockneten Blättern, Durch Abstreifen und Vernichten der dürren Blätter, vielleicht auch durch Behandlung mit Insecticiden liesse sich zwar keine völlige Beseitigung. wohl aber eine erhebliche Einschränkung des Schädlings für das nächste Jahr erzielen.

Natürliche Faktoren, welche der Ausbreitung der *Coleophora* entgegenwirken, habe ich bisher nicht auffinden können. Die Eier sind zu klein, um für die insektenfressenden Vögel erreichbar zu sein. Die Räupchen sind in ihren festen Säckchen zu gut geschützt, um von den Feinden erreicht zu werden. Nicht einmal Aussicht auf zerstörende Wirkung von Mykosen ist vorhanden, da die Verpuppung nicht im feuchten Boden erfolgt, sondern hiefür trockene, oberirdische Stellen ausgesucht werden. Am ehesten ist etwas zu erhoffen von Platzregen, wenn solche während der Flugperiode der Motten niedergehen. Aber das Eintreffen derselben hängt eben vom Zufall ab.

Immerhin konnte ich 1905 und 1906 ein Erlöschen der Infektion konstatieren und die Erlen haben ihr normales Aussehen erlangt.

Chrysomela aenea in den verschiedenen Lebensstadien.

Die letzte Eiszeit der Umgebung von Zürich.

Von

J. Hug.

Hierzu Tafel V.

(Als Manuskript eingegangen am 6. März 1917.)

Einleitung.

Die letzte der vier Eiszeiten, welche während der Diluvialperiode die Umgebung von Zürich heimgesucht haben, hat wie keine andere Vergletscherung die heutige Bodengestaltung bestimmt. Es liegt dies hauptsächlich daran, dass die Ablagerungen der letzten Eiszeit nur während des verhältnismässig kurzen Zeitraumes der Postglazialzeit der Wirkung der Abtragung ausgesetzt war.

Das grösste Verdienst in der Erforschung der letzten Eiszeit von Zürich gebührt unstreitig Alexander Wettstein, der im Jahre 1885 dieses Thema in seiner „Geologie der Umgebung von Zürich" eingehend behandelte. Wettstein ist aber so früh dahingeschieden, dass es ihm nicht vergönnt war, die Erforschung der Eiszeitablagerungen von Zürich mit der weiteren Entwicklung der Diluvialgeologie in Einklang zu bringen.

Seither wurde durch verschiedene Abhandlungen zur Kenntnis der letzten Eiszeit beigetragen, besonders von Alb. Heim, Aug. Aeppli, Ed. Brückner, B. Beck usw. (siehe Literatur-Verzeichnis).

Bei Anlass der Revision von Blatt VIII der geologischen Karte der Schweiz 1 : 100 000 (erschienen im Jahre 1914) und des in Arbeit begriffenen Blattes IX hatte ich Gelegenheit, die weitere Umgebung von Zürich neu zu durchsuchen und durch zahlreiche gelegentliche Beobachtungen zu ergänzen. Ich erachtete es daher als angezeigt, die gewonnenen Resultate wieder einmal ganz kurz zusammenzufassen.

Bei dieser Arbeit kam mir noch ein günstiges Zusammentreffen sehr zustatten. Herr Prof. Dr. Alb. Heim hatte im Anschluss an den Vortrag, den ich am 24. Okt. 1916 in der Versammlung der Naturf. Gesellschaft Zürich über dieses Thema gehalten, unter Verwendung meiner früheren Publikationen, seiner eigenen Beobachtungen und

dem übrigen vorliegenden Material für seine im Erscheinen begriffenen „Geologie der Schweiz“ eine Moränenkarte der weiteren Umgebung von Zürich gezeichnet. Er hatte die Freundlichkeit, die Karte auch für die Vierteljahrsschrift zur Verfügung zu stellen. Es war dies um so mehr eine wertvolle Bereicherung meiner Zusammenfassung, als ich selbst infolge starker Inanspruchnahme nicht in der Lage gewesen wäre, eine Übersichtskarte der Moränen zusammenzustellen. Es sei Herrn Prof. Heim an dieser Stelle für die Überlassung der Karte bestens gedankt.

Die Karte ermöglicht es mir ferner, meine Ausführungen ganz kurz zu fassen. Das Bestreben nach Kürze veranlasste mich weiter, auf den komplizierten Apparat des Literatur-Nachweises für jede einzelne Beobachtung zu verzichten.

Die letzte Eiszeit lässt sich bei uns in drei Hauptphasen einteilen; als erste derselben besprechen wir die älteste derselben:

I. Maximale Ausdehnung (Stadium von Killwangen).

a) Definition der letzten Eiszeit.

Die zuverlässigsten Anhaltspunkte zur Parallelisierung eiszeitlicher Ablagerungen bieten uns die fluvioglazialen Schotter, die aus den Nebentälern in den Haupttälern zusammenfliessen und so ein gemeinsames Verbindungsglied für die verschiedenen Gletscherzungen bilden.

Als fluvioglaziale Terrasse der letzten Eiszeit hat Du Pasquier (Nr. 2) die Niederterrasse beschrieben, die sich in den meisten Tälern in einer Höhe von etwa 30 m über den heutigen Flüssen verfolgen lässt. Im Limmattal muss zu dieser Stufe der Boden mit dem Bahnhof Baden, besonders aber das ausgedehnte Wettingerfeld gerechnet werden. Dieses setzt sich auf der linken Seite der Limmat in tadelloser Ausbildung bis zum Dorfe Killwangen fort, um von hier an talaufwärts durch eine tiefere Stufe abgelöst zu werden.

b) Verknüpfung von Niederterrasse und Endmoräne bei Killwangen.

Direkt neben der Station Killwangen sehen wir das obere Ende der Terrasse gut aufgeschlossen. Statt des erwarteten Schotters finden wir aber hier nur Moränenmaterial; überall gucken grosse eckige Blöcke aus der Böschung. Der Schotter geht also hier in Moräne über; bis hieher hat die Eiszunge des Limmattales gereicht, um von hier an ihr Erratikum als Schotter durch die Schmelzwasser weiter verfrachten zu lassen.

Man sollte hier eigentlich eine Endmoräne erwarten, davon beobachten wir aber bei der Station Killwangen nichts. Erst auf der linken Talseite gegen Spreitenbach schliesst ein deutlicher Wall die Forsetzung der Terrasse nach oben ab und bezeichnet damit den Umriss der ehemaligen Eiszunge. Ein kräftiger Wall lässt auch auf der andern Seite der Limmat die rechte Flanke der Eiszunge noch erkennen.

c) Entsprechende Endmoränen in den andern Tälern.

Der Wall von Killwangen tangiert auf der rechten Seite den Endmoränenbogen von Würenlos, der einer Eiszunge angehört, welche sich bei Oerlikon vom Glattgebiet abtrennte und über das Katzenseegebiet bis nach Würenlos vorstiess. Auch diese Endmoräne geht in die Niederterrasse des Wettingerfeldes über (F. Mühlberg Nr. 6).

Ein weiterer Endmoränenbogen schliesst das Wehntal bei Schöfflisdorf-Oberweningen ab, das zugehörige Schotterfeld zieht sich über Niederweningen durch das Surbtal nach Döttingen ins Aaregebiet; diesen Weg musste also der Schmelzwasserfluss der Eiszunge von Oberweningen eingeschlagen haben. Den Verlauf der entsprechenden Endmoränen und Schmelzwasserrinnen im nördlichen Teil des Kantons Zürich habe ich schon früher genauer geschildert (Nr. 7, S. 55).

Die Niederterrasse des Reusstales geht unterhalb Mellingen in einen Endmoränengürtel über, der sich demnach mit demjenigen von Killwangen als gleichaltrig erweist.

d) Höhe der Eisoberfläche.

Die rechte Seite des Reusstales gibt uns wegen des lückenlosen Verlaufes der Seitenmoränen die besten Anhaltspunkte für den Verlauf der Eisoberfläche. Nahe der Stirne der Eiszunge bei Fislisbach-Rohrdorf finden wir auf dem Kamm der Moräne den Punkt 433, bei Ober-Rohrdorf aber schon 489 m. Von hier an steigt die Moräne langsam am Hang des Hasenberges an. Bei Bellikon erreicht die Moräne schon eine Höhe von 581 m. Es ergibt dies bis Ober-Rohrdorf ein Gefälle von 23 ‰. Unter den Häusern von Hasenberg sehen wir die Moräne in einer Höhe von 632 m, was bis Bellikon ein Gefälle von nur noch 15 ‰ ausmacht. Wir haben auch hier die allgemein verbreitete Erscheinung bestätigt, dass das Gefälle der Gletscheroberfläche an der äussern Stirne am grössten ist, um dann gegen die Alpen hin abzunehmen. Brückner gibt sogar für die Eiszunge im Reussgletscher bei Mellingen bei 11 km Zungenlänge ein

Gefälle von 35 ‰ an, ohne freilich die benützten Punkte anzuführen (Nr. 8, S. 502).

Die Passhöhe bei Berikon-Widen erreicht nur eine Höhe von 555 m; sie war also noch hoch vom Eise bedeckt, indem sich hier Reussgletscher und Linthgletscher berührten.

Auf der Limmatseite des Hasenberges interessiert uns besonders die eigentümliche Moränenlandschaft zwischen Berg-Dietikon und dem Egelsee mit ihren prächtigen Seitenmoränen. Auffallend ist hier, dass einzelne steile Hügel trotz ihrer typischen Form von Moränen oder sogar Drumlins unten aus Molasse und nur in ihrem obersten Teil aus Moräne bestehen. Gut ausgeprägt ist besonders der oberste Wall längs des Egelsees. Man bekommt hier den Eindruck, dass das auf der linken Seite der Gletscherzunge abfliessende Schmelzwasser den Hang des Hasenberges unterspühlt habe; nur so lässt sich die sehr grosse Neigung des Berges längs der Moräne erklären. Die so geschaffene Rinne ist vom Egelsee eingenommen, der heute freilich nur noch einen bescheidenen Teil seines früheren Umfanges ausmacht. Wenn auch diese Moräne der letzten Eiszeit zugerechnet werden muss, wofür verschiedene Anzeichen sprechen, so müsste der Linthgletscher am Hasenberg bis zu einer Höhe von 714 m gereicht haben.

Zu der Zuteilung der Moränen am Egelsee passt nur das Gefälle nicht recht, das sich bis zu der Endmoräne von Killwangen ergeben würde, nämlich etwa 74 ‰. Vielleicht gehören diese Moränen einer kurzen Phase an, die 2 km unterhalb von Killwangen bei Neuenhof eine kleine verwaschene Stirnmoräne bildete. Diese wird von F. Mühlberg (Mitteil. d. Aarg. nat. Ges. IX, 1901) einer früheren, der grössten Eiszeit zugerechnet, während sie von Brückner als Ergebnis eines kurzen Vorstosses der letzten Vergletscherung erklärt wird (Brückner Nr. 8, S. 499).

Aus den vorstehenden Bestimmungen der Eisoberfläche am Hasenberg ergibt sich, dass am Ütliberg und Zürichberg die Moränen der letzten Eiszeit viel höher hinaufgehen müssen, als es in der älteren Literatur angenommen wurde. Am Ütliberg müssen dem Maximum der letzten Eiszeit die ausgedehnten, blockreichen Moränen im „Schwendenholz“ unmittelbar unter der Endstation der Ütlibergbahn in etwa 750 m Höhe zugerechnet werden.

Von der Felsenegg an legen sich dann die Moränen auch auf den Kamm des Albis, besonders bei Buchenegg und der Albispasshöhe, wo es bis zu etwa 800 m zur Bildung von regelrechten Moränenhügeln gekommen ist.

Auf der rechten Seite des Limmattales steigt die Moräne als zusammenhängender Wall bis hinter Geroldswil an. Als weitere Fortsetzung dürften die zahlreichen Blöcke auf der Haslen bei Weiningen (580 m) gerechnet werden und die in einer Kiesgrube aufgeschlossene Moräne nahe am höchsten Punkte an der Strasse von Weiningen nach Regensdorf.

Über das Verhältnis der Höhen zwischen Limmat- und Glattal oberhalb von Wettingen-Regensdorf zu der Eisoberfläche gibt uns der Verlauf der letzteren am Albis schon die nötigen Anhaltspunkte. Alle diese Berge dürften damals vom Eise begraben gewesen sein; nur der höchste Gipfel des Pfannenstiles könnte im günstigsten Falle noch eine Ausnahme gemacht haben.

Aus diesen Erwägungen ergibt es sich, dass oberhalb Dietikon die Eismassen vom Glatt-, Limmat- und Reuss-Tale zu einem zusammenhängenden Eismeer zusammenflossen, aus welchem nur die drei höchsten Gipfel, Ütliberg, der obere Albis und eventuell der Pfannenstil herausragten.

Über die

e) Herkunft der Gletscher

hat schon Alexander Wettstein (Nr. 1) eine erschöpfende Darstellung gegeben, die sich auf die Verbreitung der erratischen Gesteine gründete. Die Eismassen des Limmat- und Glattales stammten aus dem Linthgebiet, dessen Erratikum durch Sernifite und Melaphyre gekennzeichnet ist, und dem Rheingebiet, das durch die Lücke von Sargans-Wallenstadt einen Arm vorstiess, der als charakteristische Gesteine besonders Granite aus dem Val Puntaglies, Diorite von Disentis, Albula- und Juliergranite verfrachtete. Das Erratikum hinter dem Albis lässt durch seine kristallinen Gesteine aus dem Gotthardgebiet und seine Porphyre von der Windgälle seine Zugehörigkeit zum Reussgletscher erkennen.

f) Abfluss-Verhältnisse.

Über die Abfluss-Verhältnisse während der maximalen Ausdehnung der letzten Vergletscherung geben uns die an die Endmoränen anschliessenden Schotterfelder Auskunft, denn diese bezeichnen die Bahn der einzelnen Schmelzwasserflüsse. Wir finden solche im Reusstal von Mellingen-Rohrdorf an. Bei Wettingen vereinigten sich die beiden Abflüsse der Eiszungen von Würenlos, und durch das Surbtal über Nieder-Weningen nach Klingnau flossen die Schmelzwässer der Eiszunge im Wehntal ab. Die Karte gibt auch die zahlreichen gleichzeitigen Schmelzwasserflüsse im Norden des Kantons Zürich an, die ich schon in einer früheren Publikation behandelt habe.

II. Die Phase von Schlieren.

1. Endmoräne und anschliessendes Schotterfeld.

a) Im Limmattal.

Die erste gut ausgeprägte Rückzugsphase verlegte im Limmattal das Gletscherende von Killwangen nach Schönenwerd, 1 km unterhalb Schlieren. Sie bildete dabei den prächtigen hufeisenförmigen Endmoränenwall, der bei Schlieren an den linken, beim Kloster Fahr-Unter-Engstringen an den rechten Talhang anschliesst. Nur auf einer Strecke von 200 m hat die Limmat oder besser gesagt der Schmelzwasserfluss einer späteren Rückzugsphase den Wall durchbrochen.

Auch die Endmoräne von Schlieren hat ihre fluvioglaziale Terrasse, denn wie bei der äussern Moräne mussten auch während der Rückzugsphasen die Schmelzwässerbäche ihre Schotter ablagern, resp. ein besonderes Feld entstehen lassen. Hieher gehört das ausgedehnte Kiesfeld südlich Weiningen, das an der Strasse nach Dietikon durch einen Steilrand gegen die tiefere Terrasse im Niveau der heutigen Limmat abfällt.

Besonders schön ist bei dieser glazialen Serie der Übergang von Moräne zum Schotter aufgeschlossen (Übergangskegel). Längs dem Industriegeleise der Kiesgrube Hardwald zeigt ein Anschnitt bei der Ruine des Schlosses Glanzenberg zum Teil lehmige Grundmoräne, daneben grobblockige Obermoräne mit eckigen Brocken von weichem Molassesandstein. Daran schliessen sich schlecht geschichtete Schotter. Die Kiesgrube Hardwald, 400 m weiter talabwärts, zeigt uns schon einen besser geschichteten Schotter. Immerhin weisen noch verschiedene Unregelmässigkeiten der Schichtung und Schlammsandeinlagerungen auf die Nähe des Gletscherendes. In einer Entfernung von 1 km von der Moräne schliesst uns die Kiesgrube links an der Strasse Dietikon-Weiningen den normalen Schotter auf; wir sind also hier bereits ausserhalb des Übergangskegels.

b) Endmoräne am Katzensee.

Im Furttal entspricht der Phase von Schlieren der ebenfalls sehr gut ausgeprägte Endmoränenwall, der sich um die idyllische Katzensee-Gruppe schlingt. Das markanteste durch steile Böschungen ausgezeichnete Stück des Walles wird durch die Ruinen der Burg Alt-Regensberg gekrönt.

c) Die Zunge des Reussgletschers bei Birmensdorf.

Das Schotterfeld, das sich im Limmattal an die Endmoräne von Schlieren anschliesst, setzt sich auf der linken Flusseite über Nieder-

Urdorf langsam ansteigend bis nach Ober-Urdorf fort. Dieses interessante Talstück wird nördlich von Birmensdorf durch einen mächtigen Endmoränenwall vollständig abgeschlossen. Die Bahnlinie durchschneidet ihn kurz vor der Station Birmensdorf in einem tiefen Einschnitt.

Diese Endmoräne gehört, nach ihrem Erratikum zu schliessen, zu einer Zunge des Reussgletschers, die sich in der Gegend von Mettmenstetten-Maschwanden vom Hauptstrom des Reusstales abtrennte und noch durch das Bonstettertal bis Birmensdorf vorstiess.

2. Die Gletscheroberfläche

zurzeit der Phase von Schlieren lässt sich besonders im Limmattal genauer verfolgen, in dem vom Kloster Fahr von 425 m an die rechtsseitigen Seitenmoränen in einem ununterbrochenen Verlauf bis über Höngg hinauf verfolgt werden können. Beim Vorder-Eggbühl (Ober-Engstringen) kommen wir schon auf 480 m. Hieher gehören ferner die verschiedenen Moränenzüge im Dorfe Höngg. Vor einigen Jahren wurde hier mitten in der Ortschaft ein mächtiger Sernifitblock beim Bau einer Strasse blossgelegt; ein Teil desselben musste, um Raum für die Strasse zu gewinnen, gesprengt werden; das grössere Stück mit einem sichtbaren Inhalt von etwa 12 m^3 blieb bis jetzt vor weiterer Zerstörung geschützt.

Nach den Höhenverhältnissen zu schliessen, liegt die Lücke zwischen Unterstrass und Örlikon etwas tiefer als die Gletscheroberfläche; die beiden Eisströme vom Glatt- und Limmattal müssen sich also hier berührt haben. Aus dieser Zeit stammen ohne Zweifel die Moränenwälle, die sich längs der Guggachstrasse vom Milchbuck zur Guggach ziehen.

Am Südhang des Zürichberges können wir die entsprechende Seitenmoräne besonders längs der Forchbahn vom Wilhof bis gegen Waltikon verfolgen (655 m). In der Fortsetzung folgen die Moränenaufschlüsse unter der Forch, besonders in der Umgebung von Limberg, ferner auf dem Grat des Pfannenstiles, südlich vom Gasthaus auf der Passhöhe (722 m).

Auf der linken Seite des Limmattales schwingt sich die Seitenmoräne bei Schlieren von 408 m rasch auf den Schliererberg mit 451 m Höhe, was einem Gefälle an der äussersten Zunge von 16 % gleichkäme.

Längs des Ütlibergs und des Albis waren die Verhältnisse zur Erhaltung der Seitenmoränen sehr ungünstig, denn die Abtragung hat hier während der späteren Phasen der letzten Eiszeit kräftig

gearbeitet. Erst an der Hauptstrasse von Langnau über den Albis dürfte der Wall beim „Weinplätzli“ (Punkt 738) als Fortsetzung anzusprechen sein.

Auch bei der Eiszunge des Reussgletschers, die bei Birmensdorf ihre Endmoräne aufgebaut hat, lässt sich ein rasches Ansteigen der Eisoberfläche konstatieren. Am Stirnende auf dem höchsten Punkt der Strasse von Birmensdorf nach Urdorf finden wir eine Höhe von 503 m; bis zur Risi, d. h. auf eine Entfernung von kaum einem Kilometer, schwingt sich der Kamm der Moräne schon auf 554 m. Die Fortsetzung dieser Seitenmoräne am Westhang des Albis ist der Abtragung während der noch zu besprechenden Phasen zum Opfer gefallen, nur in der Gegend von Hausen ist ein 1,6 km langes Stück derselben erhalten geblieben, es ist der Hügel mit Punkt 776, der sich bei Höfen Unter-Albis und Mittler-Albis dem Hauptkamm des Albis entlang zieht.

3. Übertritt des Linthgletschers ins Gebiet des Reussgletschers.

Die Kiesgrube in soeben genannter Seitenmoräne bei Mittler-Albis zeigt eine ganz auffallende Erscheinung in der Verbreitung des Erratikums. Da wir im Gebiete des Reussgletschers sind, sollten wir hauptsächlich die kristallinen Gesteine des Reusstales vorfinden. Dem ist nun aber nicht so, statt der erwarteten Granite kommen die für den Linthgletscher charakteristischen Sernifite in Menge vor. Dasselbe gilt für die entsprechende Moräne bei Birmensdorf, auch hier sind die Sernifite keine Seltenheit.

Diese Beobachtungen sprechen bestimmt dafür, dass während des Stadiums von Schlieren auch der Linthgletscher auf das Gebiet des Südwesthanges des Albis übergetreten ist. Die Einsattelung zwischen Sihlbrugg und Baar erreicht nur eine Höhe von 544 m, die Eisoberfläche kam schon bei Hausen auf 776 m zu liegen. Bei diesen Höhenverhältnissen mussten sich an der Lücke von Sihlbrugg Reuss- und Linthgletscher mit einer Mächtigkeit von etwa 250 m berühren. Dabei scheint nun ein ausgesprochener Überdruck von der Seite des Linthgletschers sich geltend gemacht zu haben, so dass die rechte Flanke des Reussgletschers vom Albis abgedrängt wurde.

4. Entsprechende Endmoräne bei Stetten im Reusstal.

Auch die Hauptzunge des Reusstales hat sich von Mellingen einige Kilometer zurückgezogen, wobei sich im Gebiete zwischen Künten und Stetten ein ganzes Labyrinth von End- und Seitenmoränen an-

lagerte. Auch hier zeichnet sich die zugehörige Seitenmoräne durch eine lückenlose Verbreitung auf einer Strecke von 11 km aus. Bei Stetten hält sich die Moräne auf Quote 403, bei den südlichen Häusern von Künten auf 445 m. Die Bahnlinie Dietikon durchschneidet den Wall 0,4 km südwestlich der Station Berikon-Widen; die Höhenlage stellt sich hier schon auf 547 m, was bis nach Künten einem Gefälle von 26 ‰ entsprechen würde. Wir können dann die Moräne als markant aus der Landschaft hervortretenden Höhenzug unter Berikon hindurch bis nach Lieli verfolgen (598 m). Das Gefälle der Gletscheroberfläche berechnet sich für diese letzte Strecke zu nur noch 17 ‰.

5. Die Abflussverhältnisse

mussten sich natürlich gegenüber der Phase von Killwangen wesentlich anders gestalten, es ergibt sich dies aus der veränderten Lage der Gletscherzunge. Im Reusstal begann der Hauptabfluss bei Stetten, dabei floss aber auch an der rechten Flanke viel Wasser ab; wir ersehen dies aus der grossen Kiesterrasse, die sich zwischen Künten und Busslingen seitlich an die Moräne anschliesst.

Ein weiteres Stück der rechtsseitigen Abflussrinne ist von Lieli bis Berikon erhalten. Dieses Wasser hatte aber nicht notwendig, der ganzen Flanke des Gletschers bis nach Stetten entlang zu fliessen, es fand einen Ausweg nach rechts über Rudolfstetten in das unterhalb Dietikon eisfrei gewordene Limmattal, weil der Gletscher damals zufällig gerade die Höhe der Passlücke bei Berikon-Widen erreichte. Die heutige Entwässerung des Gebietes folgt immer noch der Fährte dieser eigentümlichen Schmelzwasserrinne.

Die rechtsseitige Zunge des Reussgletschers bei Birmensdorf schickte ihren Abfluss durch das breite Tal von Urdorf ins Limmattal, wo der Hauptfluss am Rande des mächtigen Endmoränenbogens seinen Anfang nahm.

Der Abfluss der Endmoräne am Katzensee ergoss sich durch das Furttal, durchbrach bei Würenlos die ältere Endmoräne, um zwischen Killwangen und Wettingen ins Limmattal einzumünden.

Im Wehntal blieb die äussere Endmoräne bei Schöfflisdorf unverletzt. Die anschliessende Abflussrinne nach Klingnau im Aaretal musste unmittelbar mit dem Rückzug des Gletschers auf die Moräne von Oberglatt ausgeschaltet werden, indem das untere Glattal allein noch als Entwässerungsrinne diente. Im gleichen Zeitraum sind im untern Glatt- und im Rheintal eine Reihe anderer Schmelzwasserrinnen ausgeschaltet worden. Ich verweise darüber auf meine Ausführungen in Nr. 8, S. 56.

III. Die kurzen Phasen zwischen den Stadien von Schlieren und Zürich.

Oberhalb der Endmoränen von Schlieren folgt im Limmattal als untere Abgrenzung des Zürichsees wieder ein Moränengürtel, den wir als Zürcher-Stadium noch genauer charakterisieren werden. Wir haben es hier mit einem auf der Nordseite der Alpen fast überall nachweisbaren innern Kranz der Jungmoränen (A. Penck) zu tun. Der Rückzug vom Stadium von Schlieren zu demjenigen von Zürich vollzog sich aber nicht in einem Anlauf, es schalten sich noch verschiedene Zwischenphasen ein, die bei der Zunge des Reussgletschers bei Affoltern-Birmensdorf ihre klarste Entfaltung erreicht haben.

1. Die Endmoränen der rechtsseitigen Zunge des Reussgletschers von Birmensdorf bis Mettmenstetten und ihr Einfluss auf die heutige Entwässerung.

Auf Seite 131 haben wir festgestellt, dass zur Zeit der Anlagerung der Moräne von Birmensdorf (Stadium Schlieren) die Schmelzwässer den Talboden von Urdorf als Abflussrinne benützen konnten. Diese Abflussverhältnisse änderten sich sofort mit der weiteren Rückzugsetappe 1 km weiter südlich, welcher wir die Endmoräne von Wettswil verdanken.

a) Periphere Entwässerung längs der Endmoräne von Wettswil (Bildung des Reppischtales).

Die zugehörige Seitenmoräne lässt sich als Grat des Höhenzugs zwischen dem Bonstetter- und Reppischtal noch mehrere Kilometer weit aufwärts verfolgen.

Im Gegensatz zu dem nächst höheren, zum Stadium von Schlieren gehörenden Moränenzug finden wir in der Seitenmoräne von Wettswil sozusagen keine Sernifite mehr, wohl aber die Granite aus dem Reusstal. Das auf Seite 132 erwähnte Überfliessen des Linthgletschers ins Reussgebiet durch die Lücke von Sihlbrugg-Baar hat also unmittelbar nach dem Stadium von Schlieren aufgehört.

Schon Alex. Wettstein (Nr. 1, S. 60) hat auf die eigenartigen Entwässerungsverhältnisse längs der Seitenmoräne von Wettswil hingewiesen. Die letztere legte sich an den Westhang des Albis an, der noch nicht durch das Reppischtal zerschnitten war, also mit sanfter Böschung vom heutigen Kamm bis nach Bonstetten-Hedingen reichte. Zwischen der Seitenmoräne und dem Hang des Albis mussten sich die an der Flanke des Gletschers abfliessenden Schmelzwässer sammeln und hier dem Eisrande entlang abfliessen, da das vorge-

bildete Tal bei Hedingen-Bonstetten bis über Wettswil hinaus mit Eis ausgefüllt war. Der Abfluss an der Flanke des Gletschers war so kräftig, dass er sich auf der durch die Seitenmoräne vorgezeichneten Bahn tief in den anstehenden Molassefels einschnitt und so das heutige Reppischtal bildete.

Erst in der damals eisfreien Gegend von Birmensdorf konnte der Schmelzwasserfluss das Haupttal erreichen, aber hier hatte ihm die grosse Endmoräne von Birmensdorf den Abfluss durch das Tal gegen Urdorf schon versperrt. So wurde der Fluss zwischen den beiden Endmoränen hindurch geleitet und musste sich dann links ausserhalb des Urdorfertales in den anstehenden Fels ein neues Talstück eingraben, das heute noch von der Reppisch benützt wird. Ohne Zweifel musste hier schon ein Tal vorgezeichnet sein, wahrscheinlich haben wir es mit der seitlichen Abflussrinne am linken Rande der Gletscherzunge zu tun, als diese vor dem Stadium von Schlieren über Urdorf noch bis ins Limmattal vorstiess.

b) Rückzugsstadium von Bonstetten.

Nach einem Rückzug von weiteren 3,4 km hat die Eiszunge zur Anlagerung der bis heute intakt gebliebenen Endmoräne von Bonstetten längere Zeit Halt gemacht. Der wohl 30 m hohe Wall dämmt das Tal heute noch vollständig ab, die Bahnlinie muss das Hindernis mit einem tiefen Einschnitt überwinden.

Das eisfrei gewordene Zungenbecken der Moräne von Wettswil wurde durch den Schlamm der Schmelzwasserbäche mit Seebodenlehm ausgefüllt (Lehmgruben der Ziegelfabrik Wettswil).

Die stauende Endmoräne selbst wurde vom Gletscherfluss durchbrochen, um bei Birmensdorf ins Reppischtal einzumünden; auf diesem Wege fliesst heute noch das Wasser aus dem Bonstettermoos als Wührebach der Reppisch zu.

Der zum Rückzugsstadium von Bonstetten gehörenden Seitenmoräne begegnen wir an der Strasse von Affoltern nach Aeugstertal, 2 km östlich der Station Affoltern, in einer Höhe von 642 m. Sie zieht sich dann als scharf hervortretender Wall zwischen Wengibad und Aeugst dem Berg entlang bis nach Vollenweid, wo sie das Reppischtal nach oben abschliesst. An dieser Stelle konnten also von der rechten Flanke des Gletschers die Schmelzwasser durch das Reppischtal abfliessen.

Zur Zeit des Rückzugsstadiums von Bonstetten lassen sich also zwei Hauptflüsse nachweisen, den einen an der Stirne der Zunge durch den Talboden von Bonstetten nach Birmensdorf und

einen zweiten von der rechten Flanke durch das obere Reppischtal. Beide Flüsse vereinigten sich bei Birmensdorf.

Mit der folgenden Etappe des Gletscherrückzuges, der

c) Endmoräne von Hedingen,

tritt ein neuer Umschwung in den Entwässerungsverhältnissen ein.

Die Moräne steigt von 520 m bei Hedingen gegen Affoltern a. A. rasch am Hang empor. Die Kurhäuser Lilienberg und Lilienhof sind auf dem steilböschigen Moränenwall angelegt. Der letztere erreichte hier bereits eine Höhe von 600 m, das Gefälle der Eiszunge bis Hedingen berechnet sich daraus auf 40 ‰.

Die Seitenmoräne zieht sich hinter dem Wengibad immer noch stark ansteigend dem Hange entlang weiter, um sich zwischen Aeugst und Vollenweid mit der Moräne der Phase von Bonstetten zu einem geschlossenen Walle zu vereinigen, der das Reppischtal nach oben abschliesst. Daraus ergibt sich, dass auch noch während des Rückzugsstadiums von Hedingen das Reppischtal als Abflussrinne der rechten Flanke des Gletschers wirkte.

Ganz anders nun an der Stirne der Eiszunge bei Hedingen! Die nächst ältere Endmoräne bei Bonstetten blieb unverletzt, die Schmelzwasser müssen also von Hedingen einen andern Ausweg gefunden haben. Sie können nur ins Reusstal übergeflossen sein, dessen Eiszunge sich inzwischen ebenfalls von Stetten gegen Bremgarten zurückgezogen und die rechte Talseite teilweise frei gegeben hatte. Als Überflussrinne kann nur das „Jonentäli“ zwischen Zwillikon und Jonen in Betracht kommen.

d) Rückzugsstadium von Affoltern-Mettmenstetten.

Während des Rückzugsstadiums von Hedingen bildete der Reussgletscher nur noch eine schwache Ausstülpung in das Bonstettertal. Bei der weitern Zurücknahme dieser vorgeschobenen Eiszunge wurden in der Gegend von Affoltern noch verschiedene lokale Moränenzüge gebildet, auf die wir hier ins einzelne nicht eingehen können. Die Hauptmoräne erkennen wir auf weite Strecken hin als einen aus der Landschaft gut hervortretenden Wall, besonders beim „Grossholz“ und „Grüt“, 1 km südlich von Affoltern. Die Fortsetzung streicht hoch über Mettmenstetten beim „Paradies“ vorbei. Beim „Homberg“ fallen uns besonders zahlreiche grosse Blöcke von miozäner Nagelfluh auf.

Bei Rifferswil bildet die mächtige Moräne durchwegs die Wasserscheide. In der Fortsetzung gegen Hausen wurde im Winter 1915 in einem Granitblock von gegen 100 m^3 sichtbarer Grösse ein regelrechter Steinbruch angelegt.

Nordwestlich von „Grossholz“ bei Affoltern finden wir die Fortsetzung unseres Walles als Grat des Höhenzuges zwischen Zwillikon und Ottenbach. Sie senkt sich dann ins Reusstal herab, löst sich von Unter-Lunkhofen an in verschiedene Wälle auf, die 1 km oberhalb von Bremgarten als Endmoränen das Tal durchqueren.

Der nahezu gerade Verlauf der Moräne von Hausen bis gegen Bremgarten zeigt uns, dass der rechtsseitige Lappen von Affoltern-Bonstetten als solcher zu existieren aufhörte, er ist vom Reussgletscher vollständig zurückgezogen worden.

Innerhalb des imposanten Moränenkranzes liegt das heutige Becken des Reusstales, dessen Form uns die Verbreitung der entsprechenden Eiszunge genau wiedergibt. Besonders instruktiv ist der Blick von der Moräne in der Gegend von Rifferswil. Es fehlt zwar besonders in der Umgebung von Knonau-Mettmenstetten-Obfelden an Moränen-Ablagerungen nicht, aber es sind keine auf lange Strecken hin zusammenhängende Seitenmoränen; es liegt hier eine Drumlinslandschaft vor, d. h. ein Gebiet, in welchem der vorrückende Gletscher alle Hügel in seiner Stossrichtung orientiert hat (J. Früh, Nr. 5, S. 374).

Der Moränenzug ist auf der Karte mit besonderer Bezeichnung herausgehoben worden, er kann nur zum innern Kranz der Jungendmoränen zu unserem Stadium Zürich gehören.

Über die Abflussverhältnisse zu dieser Zeit gibt uns die Gegend von Rifferswil Auskunft. Dort schliesst sich nach aussen hin ein ausgedehntes Feld an, das sich unter dem Wengibad hindurch als Tal der heutigen Jonen gegen Affoltern zieht. Von hier geht es weiter durch das schon auf S. 136 genannte Jonentäli zwischen Zwillikon und Jonen. Der Unterlauf dieser Abflussrinne ist auf der Karte insofern nicht genau angegeben, als er sich vom Dorf Jonen nicht in der Richtung des heutigen Baches direkt nach Süden in die Reuss ergiessen konnte, sondern an der rechten Flanke des Gletschers über Lunkhofen-Zufikon entlang floss, um erst vor der damaligen Stirne des Gletschers, also in der Gegend von Bremgarten die tiefste Rinne des Tales erreichen konnte.

Das Reppischtal war damals vollständig ausgeschaltet, die dasselbe abschliessenden Moränen (Phase Hedingen) sind nicht verletzt, sie sind zudem gegen 100 m höher gelegen als die zu der Endmoräne von Mettmenstetten gehörenden Rinne.

2. Die Rückzugsphasen im Limmattal.

Im Limmattal haben wir viel weniger Anhaltspunkte über die Zwischenphasen. Die entsprechenden Endmoränen müssten zwischen

Schlieren und Zürich das Limmattal durchqueren. Davon lässt sich nun aber nichts beobachten; das in Frage kommende Gebiet wird durch ein ausgedehntes Schotterfeld eingenommen, das wir als gleichaltrig mit der Moräne von Zürich kennen lernen werden. Es ist damit etwas jünger als unsere Zwischenphase. Es muss uns daher nicht wundern, dass die Spuren der letzteren bei der Ablagerung des Schotterfeldes zum Opfer gefallen sind.

a) Die Seitenmoränen bei Langnau a. A.-Thalwil.

Was aber an den Endmoränen abgeht, wird durch die Seitenmoränen ergänzt. Besonders instruktiv sind in dieser Hinsicht die Beobachtungen, die wir auf einer Exkursion von der Albispasshöhe über Langnau-Gattikon bis nach Thalwil machen können. Nachdem wir auf der Passhöhe ausgedehnte Moränenablagerungen zum Teil in Form von Wällen (793 m) gesehen haben, die wir dem Stadium Killwangen zurechneten, kommt auf der nächstfolgenden Terrasse beim „Weinplätzli“ ein Rest einer Seitenmoräne (735 m), die wir mit dem Schlierer Stadium identifiziert haben.

Zwischen dieser Moräne und dem Albis schaltet sich ein Tälchen ein, das nur das Werk der linksseitigen, am Rande des Linthgletschers abfliessenden Schmelzwässer sein kann. Auch hier lassen sich also gewisse Anfänge der Flankenentwässerung nachweisen, die wir bei Birmensdorf-Affoltern so verbreitet gefunden haben.

Beim Abstieg gegen Langnau durchqueren wir zuerst einen gut erhaltenen Talboden mit den Ansiedelungen Wäldi, Schulhaus Langnau, Rengg, dann folgt der Höhenzug des Langenberges, der oberhalb Langnau in verschiedene Wälle aufgelöst wird, die einen Molassekern enthalten. Wir haben es hier mit der ersten Seitenmoräne nach dem Stadium Schlieren zu tun, das genannte Talstück muss als zugehörige seitliche Entwässerungsrinne betrachtet werden.

Jenseits des Sihltales folgt wieder ein mächtiger Moränenwall, der sich bald geschlossen, bald in verschiedene Hügel aufgelöst, über den ganzen Zimmerberg zieht.

Die zu dieser Seitenmoräne gehörige Entwässerungsrinne hat sich wie beim Reppischtal tief in das Gehänge eingeschnitten, so kräftig, dass die Rinne bis nach Schindellegi hinauf alle Gewässer aufnimmt, die von Süden her eigentlich dem Zürichsee zuströmen sollten, es ist das heutige Sihltal. Immerhin scheint es sich beim Sihltal nicht um ein ganz neues Tal zu handeln. In der Umgebung der Station Sihlbrugg reichen Moränenauffüllungen bis nahe an die heutige Talsohle herab. Es scheint also hier bereits ein altes Tal vorgelegen zu haben, das durch die letzte Eiszeit bereits mit Moränen

ausgefüllt werden konnte. Zum gleichen Schlusse führt auch das Vorkommen von Moräne am linken Ufer der Sihl etwa 1 km oberhalb Manegg (Aufschluss nach dem Hochwasser vom 15. Juni 1910).

Durch die tiefgehenden Einschnitte von Sihl- und Reppischtal wurde der einst breite, vom Zürichsee bis nach Bonstetten reichende Albis in drei Kämme zerschnitten (A. Wettstein Nr. 1, S. 60; Albert Heim Nr. 3, S. 194).

Folgen wir weiter der Strasse von Gattikon gegen Thalwil, queren wir nach der genannten Moräne wieder ein Längstal, dann kommen wir zu einem steilen Wall. Es ist dies die letzte Seitenmoräne, welche das Becken des Zürichsees einfasst. Wir sind hier wieder am „Innern Moränenkranz", dem Stadium von Zürich.

3. Die entsprechenden Seitenmoränen bei Zürich

lassen sich insbesondere in Enge und Wiedikon nachweisen. Auf die eigentliche Zürcher-Moräne mit der Kirche Enge folgt ein mit Schotter ausgefülltes Tälchen, das von der Waffenplatz-Mutschellenstrasse der Länge nach durchzogen wird. Es liegt hier die zur Zürcher-Moräne gehörige seitliche Abflussrinne vor. Nach aussen schliesst daran eine gut ausgeprägte Seitenmoräne an, die das Tälchen der Waffenplatzstrasse vom Sihltal trennt (Hügelstrasse, Brauerei Hürlimann). Die entsprechende Rinne wird heute noch von der Sihl benützt.

Ein Rest des folgenden Moränenzuges ist in Zürich 3 als „Bühl" erhalten geblieben. Der Wall setzt sich mit geringerer Höhe über die Birmensdorferstrasse hinaus fort. Wir finden ihn ferner längs der Badenerstrasse vom Hard bis gegen Altstetten. Die zu dieser Phase gehörende Abflussrinne, welche die Fortsetzung des Talstückes zwischen Langenberg und Albis bei Langnau bilden muss, wurde durch den ganz jungen Lehmschuttkegel am Nordfuss des Ütliberges zum grössten Teil zugedeckt.

4. Rückzug der Zunge im Glattal.

Im Glattal zog sich die linksseitige Zunge aus dem Gebiet von Regensdorf zurück. In dem geräumten Zungenbecken sammelte sich das Wasser zu der Katzenseegruppe. Beim Rückzug des Hauptstromes aus der Gegend von Oberglatt musste allmählich der Höhenzug zwischen Wallisellen-Kloten-Opfikon hervortauchen. Es entstanden so zwei besondere Zungen, von denen die eine im heutigen Glattal bei Glattbrugg-Seebach, die andere im Tal von Brüttisellen-Bassersdorf-Kloten zu gleicher Zeit bei Dietlikon-Baltenswil eine Endmoräne bildete. Dem Schmelzwasserabfluss dieser zweiten

Zunge verdanken wir die Entstehung des heutigen Talbodens von Bassersdorf-Kloten.

In der Gegend von Dübendorf folgen wieder vereinzelte Moränenhügel, die freilich keine durchgehenden Stirnmoränen bilden. Eine solche kommt erst auf der Linie Gfenn-Hegnau. Es ist der bekannte Wall, der das Becken des Krutzelriedes und des Greifensees einschliesst. Wir sind damit auch hier zum Zürcher-Stadium gekommen. An der rechten Flanke dieser Zunge verzeichnet unsere Karte noch verschiedene Seitenmoränen zwischen Hegnau und Wermatswil. Es würde aber zu weit führen, diese komplizierten Rückzugsbewegungen und die daraus resultierenden Schottersysteme im einzelnen darzustellen.

IV. Das Stadium von Zürich.

Wir hätten so im Reuss-, Limmat- und Glattal die Bewegungen der Gletscherzungen bis auf einen Moränenkranz verfolgt, der es wieder gestattet, den gleichzeitigen Stand der Zungen in den verschiedenen Tälern zu rekonstruieren.

1. Verlauf der Moränen.

Im Zürichsee-Gebiet haben wir als zu diesem Stadium gehörig bei Thalwil den seeseitigen Kamm des Zimmerberges kennen gelernt. Im Stadtgebiet gehört dazu der Hügel mit der Kirche Enge, der Ulmberg, der Botanische Garten, der ehemalige St. Annahügel, der Lindenhof; auf der rechten Seite die Oberen Zäune, Hohe Promenade, Neumünsterhügel, Kirche Zollikon, Schübel-Küsnacht, Pflugstein bei Erlenbach, Hinter Pfannenstil usw.

Aug. Aeppli (Nr. 4, S. 33) berechnet das Gefälle dieser Zunge von Schindellegi bis nach Zürich zu 16,5 ‰.

Schon A. Wettstein (Nr. 1) hat auf den Unterschied der Verteilung des Erratikums im Vergleich mit den Moränen der älteren Phasen hingewiesen, welch letztere er freilich der vorletzten Vergletscherung zuteilt. Während zur Zeit des Stadiums von Schlieren die Sernifite bis hinter den Albis verfrachtet wurden, zeigt die Zürcher-Moräne auf der linken Seeseite bei Thalwil eine sehr monotone Zusammensetzung mit wenig Sernifiten und Melaphyren. Unter den 142 Blöcken von mehr als 0,8 m^3 Inhalt, die bei der Abtragung des St. Annahügels in Zürich weggeschafft werden mussten, waren wohl 90 % Hochgebirgskalke (B. Beck Nr. 11, S. 13).

Auf die linke Seeseite kam dagegen die Mittelmoräne aus dem Gebiet vom Sernf- und Seeztal zur Ablagerung, so dass die Moräne von Erlenbach bis zum Pfannenstil aus einem Streifen von mächtigen Blöcken von Sernifiten, besonders aber Melaphyren besteht. Zu

diesen gehören besonders der Pflugstein, die grossen Blöcke im Bachtobel unterhalb Toggwil und bei Hinter-Pfannenstil.

Der andere Teil dieser Sernifit- und Melaphyr-Moräne wurde durch den Pfannenstil abgelenkt und kam so hinter den Zürichberg ins Gebiet der Glattal-Zunge zu liegen. Im Tobel oberhalb Maur kennzeichnen wieder einige mächtige Melaphyrblöcke die Lage der Zürcher-Moräne. In der Fortsetzung folgt die bekannte Blockgruppe im Fällandertobel. Den weiteren Verlauf der Moräne um das Becken des Greifensees haben wir schon auf Seite 140 erwähnt.

Über die Lage der Moräne des Zürcher-Stadiums im Reusstal wurden auf Seite 137 die nötigen Angaben gemacht.

2. Offene Becken innerhalb der Moränen (Seenbildung) infolge des raschen Rückzuges.

Als Hauptkennzeichen der Moränen des Zürcher-Stadiums wurden in allen drei Tälern hervorgehoben, dass sie ein weites offenes Becken einschliessen, das die damalige Form der Eiszungen noch genau erkennen lässt. Auch die Endmoränen der älteren Phasen hatten natürlich ihre Zungenbecken. Was daraus geworden ist, lässt sich am besten im Limmattal zeigen. Von Killwangen zog sich der Gletscher nach Schlieren zu einem langen Aufenthalt zurück, dabei wurde dann das soeben eisfrei gewordene Zungenbecken mit Moränen und Schottern wieder ausgefüllt und der anfänglich entstandene Moränenstausee rasch wieder vernichtet. Dasselbe Schicksal ereilte das Zungenbecken des Stadiums von Schlieren. Die Auffüllung erfolgte durch die Schotter der Zwischenphasen und der Zürcher Moränen. An diese schliesst sich als fluvioglaziale Terrasse die mächtige Ebene des Limmattales an. Wir haben hier wieder ein Glied der jüngeren Niederterrasse vor uns, die sich im ganzen Rheintal nachweisen liess (Nr. 9).

In einem ganz andern Tempo erfolgte der Rückzug der Gletscher von der Zürcher-Moräne. Am Zürichsee ging es in einem Zuge 28 km weit bis zu der wenig mächtigen Endmoräne der Halbinsel Hurden. Auch im Glatt- und Reusstal folgen die nächsten Endmoränen erst viel weiter alpeneinwärts, so dass auch hier grosse Teile der Zungenbecken heute völlig frei von Moränenbedeckung sind. Den Gletschern blieb auf ihrem hastigen Rückzug keine Zeit mehr, die eisfrei gewordenen Zungenbecken mit Erratikum zu füllen, sie sind daher zum grossen Teil heute noch von Seen eingenommen, in unserem Gebiet sind es der Zürich-, Greifen- und Pfäffikersee. Dass auch im Reusstal ein entsprechendes Wasserbecken vorhanden ge-

wesen sein muss, ergibt sich unter anderem aus der Deltastruktur in der Kiesgrube bei Maschwanden. Gleichaltrige Moränen umschliessen auch den Sempacher- und Baldeggersee, sowie die verschiedenen Zipfel des Bodensees.

So hat denn eine einschneidende klimatische Besserung gegen das Ende der letzten Eiszeit die vom Eise geräumten Zungenbecken des Stadiums von Zürich vor der Ausfüllung durch Gletscherschutt glücklich bewahrt und dadurch den blauen Seen unserer Landschaft das Leben gegeben.

Literatur-Verzeichnis.

1. Alex. Wettstein. Geologie von Zürich und Umgebung. Frauenfeld 1885. (Mit Angaben über die ältere Literatur.)
2. Du Pasquier. Die fluvioglazialen Ablagerungen der Nordschweiz. Beitrag zur geologischen Karte der Schweiz. Neue Folge, Lief. I, 1890.
3. Alb. Heim. Die Geologie von Zürich. (VI. Internationaler Geologenkongress 29. August 1894 in Zürich.)
4. Aug. Aeppli. Erosionsterrassen und Glazialschotter in ihrer Beziehung zur Entstehung des Zürichsees. Beitrag zur geologischen Karte der Schweiz. Neue Folge, Lief. II, 1894.
5. J. Früh. Die Drumlinslandschaft. Berichte der Naturf. Gesellschaft St. Gallen 1894/1895.
6. F. Mühlberg. Geologische Karte der Lägernkette. (Spezialkarte Nr. 17.) 1901.
7. J. Hug. Geologie der nördlichen Teile des Kantons Zürich. Beitrag zur geologischen Karte der Schweiz. Neue Folge, Lief. XV, 1907.
8. Penck und Brückner. Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1909.
9. J. Hug. Zweiteilung der Niederterrasse. Zeitschrift für Gletscherkunde. 1909.
10. R. Frey. Über die Ausbreitung der Diluvialgletscher in der Schweiz. Beitrag zur geologischen Karte der Schweiz. Neue Folge, Lief. XLI.
11. B. Beck. Zeugen der Eiszeit. Glazialaufschlüsse in Zürich aus den Jahren 1905—1914. Zürich 1915.

Die Randmoränen der letzten Vergletscherung in der Umgebung von Zürich

(vorherrschend nach J. Hug gezeichnet)

Randmoränen des Maximums und zugehörige Abflüsse der Gletscherzungen:

Randmoränen des Schlieren-Stadium und zugehörige Abflüsse der » »

Randmoränen der Zwischenstadien und zugehörige Abflüsse » »

Randmoränen des Zürich-Stadium und zugehörige Abflüsse » »

jetzige Gewässer:

Masstab 1:375000

Der Frühlingszug des Kukuks in der Schweiz.

Von

K. Bretscher.

(Als Manuskript eingegangen den 6. Februar 1917.)

1899 hielt Dr. Lorenz in Chur in der dortigen Naturforschenden Gesellschaft einen Vortrag über die Ankunft und den Wegzug des Kukuks in Graubünden. Für diese Arbeit dienten ihm 112 Beobachtungen betreffend den Einzug des Vogels als Grundlage. Er kommt darin zu folgenden Schlüssen:

Die Meereshöhe scheint keinen dominierenden Einfluss auf den Zeitpunkt des Erscheinens auszuüben. Eine gewisse Verspätung besteht aber doch für höhere Lagen; da wird der Ruf später gehört. Die Apriltemperaturen geben uns weder in ihren Monatsmitteln noch in ihren Maxima und Minima Anhaltspunkte zur Erklärung der Erscheinung, dass er bald früher, bald später eintrifft. Auch die Niederschlagsmengen eignen sich hiefür nicht. Die Gründe für diese Verspätungen sind ausserhalb unserer Gegend zu suchen. Der früheste Zeitpunkt des Eintreffens ist nämlich, abgesehen von einer offenbar unrichtigen Angabe von Klosters, die auf den 15. 3. 59 fällt, der 8. 4, der späteste der 1. 6. In den meisten Fällen und Jahren aber trifft er in der zweiten Hälfte April ein.

Diese sorgfältige Arbeit ist nicht gedruckt worden. Frau Dr. Lorenz in Chur war so gütig, mir das Manuskript zur Verfügung zu stellen, was ihr hiermit angelegentlich verdankt sei.

1903 veröffentlichte Schenk, Assistent der Ungarischen ornithol. Zentrale in Budapest im „Ornithol. Beobachter“ eine Zusammenstellung über die Erstbeobachtungen des Kukukszuges in der Schweiz, die alle dem Frühling angehören. Trotzdem steigt deren Zahl auf über 600. Sie ist beträchtlich angesichts der Grösse des Gesamtgebietes, viel zu klein in Berücksichtigung der Oberflächengestaltung unseres Landes. Da inzwischen neue Beobachtungen hinzugekommen sind, war es verlockend, dieses schöne Material zu verarbeiten. Sind doch unsere Kenntnisse über den Zug des Kukuks recht ungenügend. Keine der Fragen, woher er im Frühling zu uns kommt, wie er unser Gebiet besiedelt, welchen Einfluss die Höhenlage auf sein Ein-

treffen ausübt, welche Rolle Wind und Wetter hiebei spielen, ist irgendwie genügend beantwortet.

Von den Schenk'schen Angaben mussten eine Anzahl ausser Betracht fallen, da einige Orte ungenügend bezeichnet und daher nicht nachzuweisen sind. Für die Behandlung der meteorologischen Verhältnisse schieden alle vor 1864 aus, weil der Beobachtungsdienst über Wind und Wetter nicht früher einsetzte. Auch aus den spätern Jahren konnten einzelne nicht berücksichtigt werden, da sie nicht leicht einer meteorologischen Station zuzuweisen waren. Die täglichen Wetterberichte mit den Karten endlich setzen erst 1881 ein.

Die Methode, nach der die Zugsangaben behandelt wurden, kann selbstverständlich nur die statistische sein, wie ich sie bereits anwendete in meinen früheren Arbeiten, besonders in: „Der Vogelzug im schweizerischen Mittelland", 1915, Band 51 der Neuen Denkschriften der Schweizer. Naturf. Gesellschaft; „Vergleichende Untersuchungen über den Frühlingszug der Vögel", Biolog. Zentralblatt, Bd. 36, 1916; „Die Einwanderung und Abreise der Zugvögel im schweizerischen Mittelland", Vierteljahrsschrift der Naturforsch. Gesellschaft Zürich, Bd. 61, 1916. Auch von den ungarischen und bayerischen Ornithologen unter andern ist sie längst in Gebrauch. Fassen wir zunächst die Frage ins Auge, inwiefern den Depressionen beim Eintreffen des Kukuks eine Bedeutung zukommt, so gibt darüber eine kleine Zusammenstellung Auskunft, die in der zweiten Zahlenreihe die Zugstage, in der dritten die der Beobachtungen mit den jeweiligen Lagen der barometrischen Minima (in der ersten Reihe) enthält. Durch diese Minima wurde ein Linienkreuz N—S und W—O angenommen und von den vier entstandenen Feldern das nordöstliche mit 1, das südöstliche mit 2 usw. bezeichnet. Die Richtung der Linien selber hat 1—2, 2—3 usf., darum auch viel weniger Zahlen. Diese geben also immer an, welche Lage die Schweiz in der Figur einnahm.

Lage der Depressionen:

Lage	Zugstage	Beobachtungstage
1 =	20	20
1–2 =	6	9
2 =	68	75
2–3 =	6	4
3 =	24	25
3–4 =	1	1
4 =	20	21
4–1 =	10	7
C =	1	1
? =	46	44
	202	207

C bedeutet, dass die Depression in ihrer Mitte gerade über der Schweiz lag und „?“, dass nicht klar war, nach welcher Seite hin die Luft aus unserm Gebiet abfloss, sei es, dass Windstille herrschte, über dem Bereich der Wetterkarte gar keine Depression lag, oder dass endlich die Windrichtung innerhalb der Schweiz sehr verschieden, nicht einheitlich, war.

Die Tabelle zeigt nun sofort, dass an den 202 Zugstagen die Lage 2 weitaus in den meisten Fällen bestund, 3 bedeutend weniger und in noch geringerer Zahl 1 und 4 usw. Jedenfalls aber ist jede Lage an den Zugstagen vertreten. Man könnte nun versucht sein anzunehmen, dass die Lage 2, wo die Depressionen im nordwestlichen Europa liegen, dem Kukuk für seinen Einzug ganz besonders zusage. Die Prüfung der zweiten Zahlenreihe sagt aber deutlich, dass dem nicht so ist, denn die Zahl der Zugsbeobachtungen auf den einzelnen Zugstag berechnet, ist durchweg die gleiche, von ganz geringen und offenbar zufälligen Schwankungen abgesehen. Es lässt sich auch hier, wie schon in „Der Vogelzug im schweizerischen Mittelland“ nachgewiesen wurde, nichts anderes aus den Zahlen herauslesen, als dass der Vogel bei jeder Lage des barometrischen Minimums zieht. Diese Lage und der Zug sind nebeneinander hergehende Erscheinungen, aber die letztere nicht von ersterer abhängig.

Was nun die übrigen Witterungsverhältnisse anbetrifft, so ist einmal bezüglich des Windes zu sagen, dass selbstverständlich bei allen diesen verschiedenen Lagen der Depressionen alle möglichen Windrichtungen und Windstärken vorkamen. Insbesondere gilt dies auch für die mit ? bezeichneten Lagen der barometrischen Minima, was oben bereits erwähnt worden ist. Übrigens kann hier auch auf meine letztangeführte ausführliche Arbeit verwiesen werden.

Genau dasselbe gilt hinsichtlich der Niederschlagsverhältnisse; ich verzichte daher, noch weiter darauf einzutreten. Wie früher habe ich die Temperaturen ermittelt, die an den Zugsdaten obwalteten und zwar wiederum die von morgens 7 ^{h}, um die ungefähren Minimalansprüche festzustellen, die der Kukuk für seinen Einzug wünscht, sodann die mittleren Wärmegrade der Zugstage. Diese Frage erhält durch die eingeschaltete Tabelle eine deutliche Antwort. Wir sehen da die Morgentemperaturen von —6 bis 20° schwanken, so dass der Kukuk in dieser Beziehung nicht besonders wählerisch erscheint. Die Tagesmittel erstrecken sich in ähnlicher Weise von 0 bis 21°. Die höchste Ziffer haben wir in der ersten Reihe bei 5° mit 73, in der zweiten bei 10° mit 67. Wir finden demnach als günstigste Zugsbedingung eine Morgentemperatur von 5° und ein Tagesmittel von 10°. Meine früheren Arbeiten stellen bei nicht ganz 100 Beobachtungen

für das Mittelland 8 und 11°, für Elsass-Lothringen bei fast 170 und 335 Beobachtungen 5 und 8° fest, eine gewiss recht gute Übereinstimmung. Wir sehen demnach überhaupt den Einzug unseres Vogels sich hauptsächlich zwischen 1 und 11° Morgentemperaturen und zwischen 4 und 14° der Tagesmittel sich vollziehen; d. h. natürlich, der Kukuk rückt ungefähr zu der Zeit ein, da er diese Wärmeansprüche

Wärmeverhältnisse der Zugstage:

Grade	Morgens 7h	Mittlere Tagestemperaturen	Grade	Morgens 7h	Mittlere Tagestemperaturen
— 6	1	—	8	54	55
— 5	1	—	9	51	58
— 4	—	—	10	36	67
— 3	—	—	11	25	58
— 2	5	—	12	8	42
— 1	4	—	13	12	31
0	17	4	14	3	22
1	23	8	15	2	19
2	40	8	16	2	10
3	41	19	17	1	4
4	42	29	18	—	1
5	73	30	19	—	1
6	60	46	20	1	1
7	66	51	21	—	2

Zahl der Beobachtungen: 567.

befriedigt findet und sie ihm geboten sind.

Welches ist die Zeit des Eintreffens? Von 1858 bis 1916 sind 656 Beobachtungen verzeichnet. Sie verteilen sich wie folgt auf die einzelnen Zugsmonate Februar, März, April und Mai, wobei die einzelnen Gebiete Jura, Mittelland und Alpentäler bis in 800 Meter Höhe, und endlich die Alpen getrennt aufgeführt seien.

	Jura	Mittelland	Alpen
Februar	—	2	—
März	1	5	1
April	62	439	73
Mai	9	42	22

Somit ist im ganzen Gebiet der April der Haupteinzugsmonat, der Mai tritt in den Alpen mehr als solcher hervor als im Mittelland. Das Eintreffen des Kukuks im März und gar im Februar ist zufällig und grosse Ausnahme. Im Jura verteilen sich die Angaben ziemlich gleichmässig auf den ganzen Monat April mit Ausnahme der vier oder fünf ersten und letzten Tage; im Mittelland tritt das zweite

und dritte Viertel des Monats deutlich als bevorzugte Einzugszeit hervor, denn vom 9.—21. 4 kommen wir auf 306 Angaben, während in den Alpen eher das letzte Monatsdrittel und der Anfang des Mai in Betracht fallen müssen. An den Maiangaben für das Mittelland ist hauptsächlich das Jahr 1874 mit 24 beteiligt, denen nur 4 im April gegenüberstehen. Dieses Jahr nimmt dadurch in der ganzen Reihe eine Sonderstellung ein; 1875 zum Beispiel hat alle 26 Beobachtungen dieses Gebietes im April verzeichnet.

Für die folgende Zusammenstellung, die nachweisen soll, inwiefern der mittlere Einzugstermin im Mittelland mit den mittleren Monatstemperaturen des April zusammenhängt, habe ich die Angaben von Zürich zugrunde gelegt und nur die Jahre berücksichtigt, die fünf und mehr Beobachtungen verzeichnet haben. Wir haben nun

bei	5°	Mitteltemperatur	das Zugsmittel	am	16. 4
„	6	„	„	„	19. 4
„	7	„	7	„	vom 13. 4—24. 4
„	8	„	6	„	10. 4—22. 4
„	9	„	11	„	9. 4—19. 4
„	10	„	7	„	10. 4— 7. 5
„	11	„	3	„	11. 4—25. 4
„	12	„	1	„	6. 4
„	13	„	1	„	17. 4

Wir können hier unmöglich eine Beziehung zwischen Temperarlage und Einzugszeit erkennen. Haben doch die niedrigste und höchste Mitteltemperatur fast gleiche Zugsmittel und liegen diese bei gleichen mittleren Wärmelagen ganz ungleich, nicht nur wenige Tage, sondern Wochen auseinander. Diese Feststellung entspricht vollständig der oben ermittelten, dass der Einzug des Kukuks von den Wärmeverhältnissen nicht sichtlich beeinflusst wird, dass er mehr durch die Zeit als durch äussere Umstände gegeben ist. Besonders fällt das auch für 1874 mit seiner ausserordentlichen Verspätung — Einzugsmittel der 7. 5 — auf, trotzdem die Aprilwärme nicht tief liegt. Auch da, wo der Kukuk schon im März eintraf, drückt sich wenig Übereinstimmung aus. 1875 war die mittlere Märztemperatur 2°, 1877 3°, in den andern Jahrgängen, da er so früh eintraf, 7°. Sie könnte sich nur darin ausdrücken, dass die höchsten Wärmelagen mit den meisten so frühen Ankünften parallel gehen, während die kältesten Märzmonate mit — 1,1 und 2° Mitteltemperaturen keine Ankunft aufweisen.

Die hier gewonnenen Ermittelungen stimmen also vollständig mit denen von Dr. Lorenz und mit meinen früheren überein (siehe die angegebenen Aufsätze).

In „Die Einwanderung und Abreise der Zugvögel im schweizer. Mittelland“ habe ich, gestützt auf eine geringe Anzahl von Beobach-

tungen — etwa 100 —, die Vermutung aussprechen können, dass der Kukuk wohl von Südwesten her in die Schweiz einziehe. An Hand des umfassenderen, nun vorliegenden Materiales bestätigt sich diese Vermutung vollauf, indem Orbe mit dem 2. 4 aus elf Jahren das früheste, Chur mit 19 Jahresangaben die späteste mittlere Ankunft verzeichnet. In Orbe fallen nur zwei erste Ankunftsdaten in die zweite Hälfte des April, in Chur dagegen alle, vier sogar in den Anfang Mai. Neuenburg fällt mit dem 11. 4 vor Freiburg (15. 4) und Bern (14. 4). Solothurn kommt mit dem 21. 4 bedeutend später, da einige Erstbeobachtungen auf den Mai fallen; ohne diese ergäbe die mittlere Ankunft den 17. 4. Langnau im Emmental hat den 17. 4, Aarau und Sempach den 16. 4, Zürich den 18. 4, Altstetten im Rheintal den 19. 4. Früher sind Olten mit dem 10. 4, Schaffhausen mit dem 11. 4, Wädenswil und St. Gallen mit dem 15. 4. So ergeben auch diese früheren Mittel eine offenbare SW—NO-Reihe. Der Genfersee ist leider nicht mit Angaben vertreten.

Dass in der Tat der Einzug des Kukuks bei uns von Südwesten oder Westen her erfolgt, ergibt sich noch aus einer anderen Zusammenstellung der Beobachtungen. Wenn wir nämlich das Mittelland in einen westlichen Teil, etwa bis Bern, einen mittleren, Bern bis und mit Zürich und Schaffhausen, und endlich in einen östlichen zerlegen, in den einzelnen Zugsjahren, die Beobachtungen zur Vergleichung aufweisen, die mittlern Ankünfte bestimmen, so ergibt sich folgende Tabelle:

Jahr	West	Mitte	Ost	Jahr	West	Mitte	Ost
60	—	29. 4	3. 5	80	—	13. 4	7. 5
61	—	17. 4	25. 4	86	12. 4	15. 4	—
64	15. 4	17. 4	18. 4	87	15. 4	19. 4	—
65	13. 4	16. 4	24. 4	88	24. 4	21. 4	28. 4
66	13. 4	10. 4	11. 4	89	29. 4	17. 4	5. 5
67	—	17. 4	19. 4	90	—	19. 4	22. 4
68	25. 4	20. 4	22. 4	03	13. 4	20. 4	—
69	14. 4	14. 4	22. 4	04	9. 4	15. 4	—
70	—	20. 4	18. 4	05	9. 4	12. 4	—
71	—	22. 4	20. 4	06	13. 4	14. 4	—
72	—	20. 4	22. 4	07	14. 4	29. 4	—
73	—	10. 4	17. 4	08	25. 4	19. 4	—
74	—	6. 5	22. 4	09	13. 4	17. 4	—
75	—	14. 4	21. 4	10	13. 4	19. 4	—
76	—	18. 4	19. 4	11	16. 4	18. 4	—
77	—	17. 4	30. 4	12	13. 4	21. 4	—
78	—	14. 4	2. 5	13	1. 4	23. 4	—
79	—	16. 4	17. 4	14	12. 4	19. 4	—

In diesen 36 Jahrgängen ist das Vorrücken von W nach O nicht weniger als 29mal deutlich ausgesprochen, 4mal macht es sich teilweise geltend und 3mal nur kehrt sich das Verhältnis um; bei den letztern ist auch das Jahr 1874 vertreten, das sich durch unregelmässiges Verhalten auszeichnet. Damit dürfte die Hauptrichtung des Einzuges für den Kukuk genügend festgelegt sein.

Doch liegt vielleicht die Sache nicht so einfach, wie es nach dieser letzten Vergleichung erscheinen möchte. Wenn nämlich die Einzugsdaten des Jura bis in etwa 700 Meter Höhe mit denen des Mittellandes in dessen angrenzendem westlichem und mittlerem Teil verglichen werden, so erweist sich der Jura als früher. Wir haben in der nachstehenden kleinen Tabelle, die 16 Jahre zur Vergleichung hat aufnehmen können, 14 frühere Einzugsmittel im Jura als im Mittel-

Jahr	Jura	Mittelland	Jahr	Jura	Mittelland
69	14. 4	20. 4	02	5. 4	15. 4
74	27. 4	6. 5	05	11. 4	12. 4
75	10. 4	14. 4	07	23. 4	24. 4
76	14. 4	18. 4	08	2. 5	20. 4
77	14. 4	17. 4	11	15. 4	18. 4
78	12. 4	14. 4	12	9. 4	10. 4
79	14. 4	16. 4	14	2. 4	19. 4
80	16. 4	13. 4	16	18. 4	23. 4

land, in zwei Fällen — 1880 und 1908 — verhält sich die Sache umgekehrt. Also dürfte der Kukuk dem Jura auf einem andern Weg zuziehen als dem Mittelland, nämlich offenbar von Westen her, nicht von diesem aus. Es muss aber auch an die Möglichkeit gedacht werden, dass letzteres vom Jura aus zum mindesten einen Teil seiner Kukuke erhält. Die Angaben berechtigen zu keinem andern Schluss, als dass er entweder vom Genfersee über den Jura oder von beiden Seiten her im Frühling bei uns einwandert.

Welchen Einfluss übt nun die Höhenlage auf das Eintreffen unseres Vogels aus? In den „Vergleichenden Untersuchungen“ habe ich für Elsass-Lothringen wie für die Schweiz eine Verzögerung des Einzuges von 1—2 Tagen auf 100 Meter grösserer Höhe festgestellt. Es hat sich gezeigt, dass bei uns nun im Jura und den Alpen die Verhältnisse in dieser Beziehung nicht übereinstimmen.

Zu der folgenden Tabelle, die über den Einzug im Jura Auskunft gibt, sind einige Bemerkungen nötig. Die Angaben von 1869 beziehen sich auf Neuenburg und den Chaumont; darnach ist der

Kukuk hier früher beobachtet worden als dort; Einzug von Westen her? 1875 wurde eine Beobachtung von Neuenburg, die auf den 20. 5 fällt und offenbar verspätet ist, nicht berücksichtigt. Aus dem gleichen Grunde fiel eine Angabe für 1880 für St. Imier, 25. 5, ausser Betracht. In 13 Jahrgängen, die eine Vergleichung gestatten, haben wir demnach 11mal ein späteres Eintreffen in den höheren Lagen; es geht von 1—5 Tagen auf 100 Meter grösserer Höhe; auf diese Einheit entfällt also eine Verzögerung von 2—3 Tagen.

Eintreffen im Jura					
Jahr	Höhe m	Zugs-mittel	Höhe m	Zugs-mittel	Verzögerung auf 100 m in Tagen
1869	430	14. 4	1100	9. 4	?
1874	550—640	2. 5	800—900	6. 5	2
1875	540—640	10. 4	720—900	21. 4	5
1876	550	14. 4	720—900	21. 4	3
1877	„	14. 4	„	22. 4	3
1878	530—640	12. 4	„	20. 4	3
1879	„	14. 4	„	28. 4	5
1880	„	16. 4	„	22. 4	3
1886	550	4. 4	925	19. 4	4
1913	440	18. 4	800—870	22. 4	1
1914	440	2. 4	800	18. 4	4
1915	500	16. 4	800	14. 4	?
1916	280—560	14. 4	870—1100	26. 4	2—3

Es ist nun durchaus richtig, dass für ein ausreichend gesichertes Ergebnis weit mehr Beobachtungen hätten zur Verfügung stehen sollen. Aber die Zusammenstellung spricht doch so entschieden im gleichen Sinn, dass eine bloss zufällige Übereinstimmung ausgeschlossen erscheint. Übrigens hat man sein Urteil gestützt auf das vorliegende Beobachtungsmaterial zu bilden und es zu ändern, wenn dieses später einen andern Schluss erfordert.

In den Alpen gestatten 23 Jahrgänge eine Vergleichung des Einzuges in verschiedenen Höhen; hier haben wir nur 1869 eine Umkehrung des normalen Verhältnisses, da höhere Lagen früher vom Kukuk besiedelt wurden. 1878 gestaltet sich der Einzug überall gleichzeitig, und in 21 Jahren ist die Verzögerung deutlich erkennbar, von $^1/_4$ bis 2—3 Tagen auf 100 Meter grösserer Höhe schwankend. Dieser Betrag ist demnach erheblich unter dem für den Jura ermittelten und kann für die Alpen auf 1 Tag pro 100 Meter Erhebung angenommen werden. In meinem früheren Aufsatz hatte ich für Elsass-Lothringen wie für die ganze Schweiz 1—2 Tage ermittelt.

Eintreffen in den Alpen					
Jahr	Höhe m	Zugs-mittel	Höhe m	Zugs-mittel	Verzögerung auf 100 m
1858	600	18. 4	1200	26. 4	1—2
60	400—600	2. 5	1060—1700	7. 5	2/3
61	„	21. 4	1060—1800	23. 4	1/4
64	400—700	16. 4	800—1650	19. 4	1/4
65	400—600	16. 4	800—1650	21. 4	1/2
66	400—700	9. 4	1150—1650	20. 4	1—2
67	440—750	19. 4	900—1700	21. 4	1/4
68	400—800	22. 4	1600—1800	25. 4	1/3
69	400—700	16. 4	900—1650	15. 4	?
70	500—700	18. 4	900—1850	25. 4	1
71	500—700	19. 4	900—1900	29. 4	1—2
72	470—700	20. 4	1450—1800	29. 4	1
73	500—750	18. 4	900—1650	29. 4	1—2
74	440—700	7. 5	900—1650	9. 5	1/4
75	440—720	14. 4	800—1800	21. 4	1
76	440—700	16. 4	800—1150	19. 4	1
77	440—740	17. 4	830—1150	18. 4	1/3
78	440—740	21. 4	900—1150	21. 4	—
79	440—740	17. 4	830—1150	29. 4	2—3
80	440—740	16. 4	880—1150	17. 4	1/4
86	430—760	15. 4	1020—1100	18. 4	1
89	440—700	23. 4	1010	30. 4	1—2
12	400—680	13. 4	1260	3. 5	2—3

Da an meinem viel umfangreicheren Material der Ausschlag zu grösserer Höhe nicht sehr ausgesprochen ist, erscheint es begreiflich, dass Dr. Lorenz für Graubünden nicht zu einem klaren Ergebnis kam, wenn ihm auch die Tatsache als solche nicht entging.

Dass der Jura einen mehr als doppelt so langsamen Aufstieg des Kukuks hat als die Alpen, dürfte sich aus den Wärmeverhältnissen erklären lassen. Die meteorologischen Stationen verzeichnen im allgemeinen nämlich für den Jura niedrigere Frühlings-, spez. Apriltemperaturen als gleich hohe Orte der Alpen. Der Frühling steigt dort im ganzen langsamer in die Höhe als hier. An Orten mit ungünstiger Lage in den Alpen, die den kalten Winden ausgesetzt sind, an Schattenhalden allerdings kann es sich umgekehrt verhalten.

Die Frage, ob irgendeine andere meteorologische Erscheinung den späten Einzug des Kukuks im Jahre 1874, da die Wärmeverhältnisse des Monats April hiefür nicht verantwortlich gemacht werden können, verursacht hat, verdient noch eine besondere Prüfung. Zu diesem Zwecke habe ich für Zürich und den Monat April als eigent-

lichen Zugsmonat die Windverhältnisse wenigstens nach der Stärke morgens 7 Uhr, ferner die Zahl der Regentage, die Niederschlagsmenge und die Bewölkung vergleichend zusammengestellt.

Jahr	Monat	Windstärke 1	Windstärke 2	Regentage	Niederschlagsmenge	Bewölkung
1873	4	9	3	8	206	7
1874	4	6	0	13	124	5, 3
	5	7	0	19	146	6
1875	4	0	0	5	19	3, 9
1876	4	1	0	10	182	6
1877	4	0	1	19	126	6
1878	4	3	2	17	139	6, 6
1879	4	21	0	19	106	7
1880	4	10	3	17	151	7

Die Tage unter Windstärke 1 sind nicht berücksichtigt worden, da schwacher Wind den Zug nicht beeinflusst. Es ist nun sogleich zu erkennen, dass es Zugsmonate mit viel mehr Wind- und Regentagen, mit weit mehr Niederschlägen und stärkerer Bewölkung gab; der Grund für das unregelmässige Verhalten des Kukuks im Jahr 1874 muss somit irgendwo anders als in den ihm bei uns damals gebotenen Bedingungen liegen. Die hier in Betracht gezogenen Jahre sind gerade die mit den grössten Beobachtungszahlen, deren Summe in dieser Reihe 292 beträgt.

Mit diesen Betrachtungen scheint die Art, wie der Kukuk im Frühling zu uns zurückkehrt, wenigstens in den Grundzügen festgestellt zu sein.

Beanspruchung und Formänderung zylindrischer Gefässe mit linear veränderlicher Wandstärke.

Von

Ernst Meissner.

(Manuskript eingegangen am 21. Februar 1917.)

In frühern Arbeiten[1]) habe ich eine Integrationstheorie für das Elastizitätsproblem von Rotationsschalen gegeben. Es soll hier am Beispiel des Zylinders mit linear veränderlicher Wandstärke gezeigt werden, wie gross die Vorteile jener Methode für die numerische Berechnung sind. Derartige Zylinder finden als Reservoire Verwendung, und sind daher schon früher behandelt worden.[2]) Meine Methode legt zunächst die analytische Natur der in jenen Arbeiten verwendeten Reihen dar: Es handelt sich um komplexe Zylinderfunktionen. Sodann gibt sie für die gesuchten Spannungen und Verschiebungen fertige Reihenausdrücke, die ausserordentlich rasch konvergieren, da die einzelnen Glieder im Nenner Produkte dreier Fakultäten enthalten (Formeln 29). Endlich ist sie auch auf den der Reihenmethode praktisch entzogenen Fall sehr schlanker Zylinder ausdehnbar. Es können nämlich die asymtotischen Entwicklungen der Bessel'schen Funktionen gerade in diesem Fall mit Vorteil benutzt werden. Die zugehörigen Formeln werden nicht nur sehr einfach, sie geben auch eine gute Einsicht in den Verlauf der Spannungen und Formänderungen.

---

[1]) E. Meissner: Das Elastizitätsproblem f. dünne Schalen. Phys. Zeitschr. 14 (1913).
„ : Über Elastizität und Festigkeit dünner Schalen. Diese Zeitschrift 16 (1915).

[2]) H. Reissner: Über die Spannungsverteilung in zylindrischen Behälterwänden. Beton und Eisen 1908 (S. 150).
H. Lorenz: Techn. Elastizitätslehre. München 1913 (S. 619).
C. Runge: Über die Formänderung eines zylindrischen Wasserbehälters. Zeitschr. f. Math. u. Phys. 1904.

Bedeutet also $J_2(\xi)$ die zweite Bessel'sche Funktion erster Art[1]), und schreibt man, Imaginäres und Reelles trennend,

$$J_2(\xi) = R_2(y) + i\,S_2(y), \tag{8}$$

so sind R_2 und S_2 diejenigen zwei Lösungen von III, die in $x = 0$ endlich bleiben. Es empfiehlt sich, zur Herstellung der zweiten Integralgruppe die erste Hankel'sche[2]) Funktion zweiter Ordnung

$$H_2^{(1)} = J_2 + i\,Y_2$$

einzuführen, die ebenfalls IV_1' genügt. Trennt man auch hier wieder Reelles und Imaginäres, indem man

$$H_2^{(1)}(\xi) = R_2^*(y) + i\,S_2^*(y) \tag{8'}$$

setzt, so sind R_2^*, S_2^* wieder reelle Lösungen von (III). Sie werden in $x = 0$ unendlich. Läuft x positiv ins Unendliche, so bewegt sich

$$\xi = \sqrt{4\varkappa x}\; e^{i\frac{\pi}{4}}$$

in der komplexen ξ-Ebene auf dem Halbstrahl $\varphi = \frac{\pi}{4}$ ins Unendliche, und die Hankel'sche Funktion $H_2^{(1)}$ geht dabei nach null. Mithin gelten die für die praktische Berechnung wichtigen Relationen:

$$\lim_{x=\infty} R_2^*(\varkappa x) = 0 \qquad \lim_{x=\infty} S_2^*(\varkappa x) = 0. \tag{9}$$

Das allgemeine Integral von III ist

$$U = c_1 R_2 + c_2 S_2 + c_3 R_2^* + c_4 S_2^*.$$

Wegen IV_1, (8) (8') ist

$$L(R_2) = \varkappa S_2 \qquad L(S_2) = -\varkappa R_2 \qquad L(R_2^*) = \varkappa S_2^* \qquad L(S_2^*) = -\varkappa R_2^*$$

und daher nach I

$$V = \frac{\varkappa}{\lambda_1}(-c_1 S_2 + c_2 R_2 - c_3 S_2^* + c_4 R_2^*)$$

und nach (5)

$$N = \frac{\varkappa}{\lambda_1}\left[-c_1(x S_2) + c_2(x R_2) - c_3(x S_1^*) + c_4(x R_2^*)\right] \tag{10}$$

$$w' = -\frac{\delta}{\lambda_2 x^2} + c_1\frac{R_2}{x} + c_2\frac{S_2}{x} + c_3\frac{R_2^*}{x} + c_4\frac{S_2^*}{x}. \tag{11}$$

---

[1]) Vergl. etwa N. Nielsen. Handbuch der Theorie der Zylinderfunktionen. Leipzig (1904) § 2.

[2]) Nielsen a. a. O. § 4.

Ferner ist nach (4) (2) (3)

$$T_2 = -\frac{2\eta E}{a} \cdot x \cdot w \qquad w = -\frac{1}{\lambda_2}\left(\gamma - \frac{\delta}{x} - \frac{N'}{x}\right)$$

und durch Einsetzen von (10)

$$w = -\frac{\gamma}{\lambda_2} + \frac{\delta}{\lambda_2 x} - c_1 \frac{(x S_2)'}{\varkappa x} + c_2 \frac{(x R_2)'}{\varkappa x} - c_3 \frac{(x S_2^*)'}{\varkappa x} + c_4 \frac{(x R_2^*)'}{\varkappa x}. \quad (12)$$

Zwischen einer Zylinderfunktion, ihrer Ableitung und den Zylinderfunktionen von benachbartem Index bestehen bekanntlich[1]) lineare Gleichungen, von denen wir folgende benützen:

$$\frac{d J_2}{d\xi} = \frac{\xi}{2}\left[J_0 + \left(1 - \frac{4}{\xi^2}\right) J_2\right]$$

und die analoge für H_2 und H_0. Setzt man entsprechend wie früher

$$J_0(\xi) = R_0(y) + i S_0(y) \qquad H_0(\xi) = R_0^*(y) + i S_0^*(y) \quad (8'')$$

und bezeichnet man Ableitungen nach y mit einem Punkt, so geht dies über in

$$\frac{(x R_2)'}{x} = \varkappa \frac{(y R_2)^{\cdot}}{y} = -\varkappa(S_0 + S_2); \quad \frac{(x S_2)'}{x} = \varkappa \frac{(y S_2)^{\cdot}}{y} = +\varkappa(R_0 + R_2)$$

und Analoges gilt für die mit Stern versehenen Grössen, die übrigens den Beziehungen (9) auch genügen. Daher wird nun nach (12) und (2) (11)

$$\left.\begin{aligned} w = -\frac{\gamma}{\lambda_2} + \frac{\delta}{\gamma_2 x} - c_1(R_0 + R_2) - c_2(S_0 + S_2) - \\ - c_3(R_0^* + R_2^*) - c_4(S_0^* + S_2^*) \end{aligned}\right\} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} G_1 = -\frac{D\eta^3}{\varkappa} \cdot y \cdot \Big\{ \frac{2\delta\varkappa}{\lambda_2 y} - c_1\left[y(S_0 + S_2) + 2R_2\right] + c_2\left[y(R_0 + R_2) - 2S_2\right] - \\ - c_3\left[y(S_0^* + S_2^*) + SR_2^*\right] + c_4\left[y(R_0^* + R_2^*) - 2S_2^*\right]. \end{aligned} \quad (14)$$

3. Die Reihenentwicklungen für die Integrale.

Sie können wegen (8) (8′) sofort aus denjenigen für die Bessel'schen und Hankel'schen Funktionen entnommen werden.[2]). Man hat

$$\left.\begin{aligned} R_2(y) &= \sum_{q=0}^{\infty} \frac{(-1)^q y^{2q+2}}{(2q+1)!\ (2q+3)!} & S_2(y) &= \sum_{q=0}^{\infty} \frac{(-1)^q y^{2q+1}}{(2q)!\ (2q+2)!} \\ R_0 + R_2 &= \sum_{q=0}^{\infty} \frac{(-1)^q y^{2q}}{(2q)!\ (2q+1)!} & S_0 + S_2 &= \sum_{q=1} \frac{(-1)^q y^{2q-1}}{(2q-1)!\ (2q!)} \end{aligned}\right\}. \quad (14)$$

[1]) Nielsen a. a. O. § 1.
[2]) Nielsen a. a. O. § 1, § 3.

Die Ausdrücke für die Grössen R_2^*, S_2^* etc. werden verwickelter. Wir begnügen uns, hier etwa die zwei ersten anzuschreiben:

$$\left.\begin{aligned} -\pi R_2^* &= -\frac{\pi}{2} R_2 + 2CS_2 + S_2 \lg y + \\ &\quad + \frac{1}{y} + \sum_{s=0}^{\infty} \frac{(-1)^s y^{2s+1}}{(2s)!\,(2s+2)!}\left[\frac{1}{2s+2} + \frac{1}{2s+3} - 2\lambda(2s+2)\right] \\ \pi S_2^* &= \frac{\pi}{2} S_2 + 2CR_2 + R_2 \lg y - 1 + \\ &\quad + \sum_{s=0}^{\infty} \frac{(-1)^{s+1} y^{2s}}{(2s-1)!\,(2s+1)!}\left[\frac{1}{2s+1} + \frac{1}{2s+2} - 2\lambda(2s+1)\right] \end{aligned}\right\} \quad (14')$$

Hierin ist C die Mascheroni-Euler'sche Konstante, und es bedeutet

$$\lambda(r) = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{r} \qquad \lambda(o) = 0.$$

Alle aufgeschriebenen Reihen sind beständig konvergent und konvergieren für nicht allzugrosse Werte von y verhältnismässig rasch, da im Nenner jedes Gliedes zwei Fakultäten auftreten.

Es wird weiter unten gezeigt, dass für grosse Werte von y diese Reihen gar nicht gebraucht werden müssen.

4. Die Randbedingungen.

Das zylindrische Gefäss sei von zwei Parallelkreisen $x = l_0$ und $x = l_1 > l_0$, dem dünnen und dem dicken Rand begrenzt, und bis zum dünnen Rand mit Flüssigkeit vom spezifischen Gewicht γ gefüllt. Da für $x = l_0$ $p = 0$ wird, so hat δ den Wert γl_0.

Für einen eingespannten Rand ist $w = 0$ $w' = 0$,
für einen kräftefreien Rand dagegen $G_1 = 0$ $N = 0$.
Für die zwei Ränder erhält man vier derartige Bedingungen, die für die vier Integrationskonstanten $c_1 \ldots c_4$ ebensoviele lineare Gleichungen ergeben.

Sehen wir von dem Grenzfall ab, wo c_3 und c_4 sehr gross werden, und nennen wir einen Zylinder schlank, wenn der Ausdruck

$$y_1 = \varkappa l_1 = \sqrt{3(1-\nu^2)}\,\frac{l_1}{a\eta} \qquad (15)$$

gross ist, so werden wegen (9) alle Spannungs- und Deformationsgrössen in der Nähe des dicken Randes ($x \infty l_1$) für einen solchen Zylinder ungefähr dieselben Werte annehmen, wie auch c_3 und c_4 ausfallen. c_1 und c_2 bestimmen sich wesentlich aus den Randbedingungen am dicken Rand allein; aus denen am dünnen folgen dann c_3 und c_4.

Mithin ist für einen schlanken Zylinder Spannungs- und Verzerrungszustand gegen das dicke Ende zu praktisch unabhängig davon, wie das dünne Ende beansprucht wird.

Man wird in diesem Satz eine Bestätigung des Prinzips von de St. Venant erblicken.

5. Die Wandstärke verschwindet am obern Rand.

Dieser Fall, wo also $l_0 = 0$ $\delta = 0$ zu setzen ist, soll in der Folge ausschliesslich betrachtet werden.[1])

Da für $x = 0$ die mit Stern behafteten Grössen unendlich werden (Gl. (14′), während w, G_1 etc. endlich bleiben müssen, so hat man

$$c_3 = c_4 = 0$$

zu setzen. Es verschwinden dann G_1 und N am obern Rand. Dieser ist spannungsfrei zu denken.

5A. Das untere Ende des Gefässes ist eingespannt.

Für $x = l_1$ $y = y_1 = \varkappa l_1$ ist dann $w = 0$ $w' = 0$. Dies gibt nach (13) (11)

$$c_1 \mathfrak{R}_2 + c_2 \mathfrak{S}_2 = 0 \qquad c_1 \mathfrak{R}_0 + c_2 \mathfrak{S}_0 = -\frac{\gamma}{\lambda_2}. \tag{16}$$

Hier sind die Funktionen mit deutschen Lettern bezeichnet, um anzudeuten, dass sie für den untern Rand ($x = l_1$) zu bilden sind. Es wird mit

$$\Delta = \mathfrak{R}_0 \mathfrak{S}_2 - \mathfrak{S}_0 \mathfrak{R}_2 \tag{17}$$

nun

$$c_1 = -\frac{\gamma}{\lambda_2}\frac{\mathfrak{S}_2}{\Delta} \qquad c_2 = +\frac{\gamma}{\lambda_2}\frac{\mathfrak{R}_2}{\Delta}. \tag{18}$$

Beachtet man, dass

$$R_0(0) = 1 \qquad S_0(0) = R_2(0) = S_2(0) = 0,$$

so findet man für die besonders interessierende Radialverschiebung w_0 des freien Randes nach innen

$$w_0 = -\frac{\gamma}{\lambda_2}\left(1 - \frac{\mathfrak{S}_2}{\Delta}\right) \tag{19}$$

und für das Biegungsmoment G_1 an der Einspannungsstelle

$$G_1 = -\frac{l_1^2 \gamma}{\varkappa} \cdot \frac{Z}{\Delta} = -\frac{p_{max} l}{\varkappa}\frac{Z}{J}, \tag{20}$$

[1]) Dieser Fall entspricht dem von Reissner a. a. O. behandelten.

wo abkürzend

$$Z = (\mathfrak{R}_0 + \mathfrak{R}_2)\,\mathfrak{R}_2 + (\mathfrak{S}_0 + \mathfrak{S}_2)\,\mathfrak{S}_2 \tag{21}$$

gesetzt ist.

5B. Das untere Ende des Gefässes ist festgehalten.

Dann ist für $x = l_1$ wieder $w = 0$; dazu aber kommt $G_1 = 0$. die c bestimmen sich aus

$$c_1(\mathfrak{R}_0 + \mathfrak{R}_2) + c_2(\mathfrak{S}_0 + \mathfrak{S}_2) = -\frac{\gamma}{\lambda_2};$$

$$c_1[y_1(\mathfrak{S}_0 + \mathfrak{S}_2) + 2\mathfrak{R}_2] = c_2[y_1(\mathfrak{R}_0 + \mathfrak{R}_2) - 2\mathfrak{S}_2]$$

zu $$c_1 = -\frac{\gamma}{\lambda_2}\frac{y_1(\mathfrak{R}_0 + \mathfrak{R}_2) - 2\mathfrak{S}_2}{\Delta_1} \qquad c_2 = \frac{\gamma}{\lambda_2}\frac{y_1(\mathfrak{S}_0 + \mathfrak{S}_2) + 2\mathfrak{R}_2}{\Delta_1}.$$

Die Radialverschiebung am freien Ende wird

$$w_0 = -\frac{\gamma}{\lambda_2}\left(1 - \frac{K_2}{\Delta_1}\right), \tag{22}$$

die Neigung der Erzeugenden am festgehaltenen Ende

$$w_1' = \operatorname{tg}\tau_1 = -\frac{\gamma \cdot \varkappa}{\lambda_2} \cdot \frac{Z}{\Delta_1} \tag{23}$$

und die Schubkraft ebendort

$$N_1 = -\frac{\gamma y_1}{\varkappa^2} \cdot \frac{Z_1}{\Delta_1}. \tag{24}$$

Hiebei ist Z aus (21) erklärt, und es bedeuten

$$\left.\begin{aligned} Z_1 &= 2(\mathfrak{R}_2^2 + \mathfrak{S}_2^2) - y_1\,\Delta \\ K_2 &= y_1(\mathfrak{R}_0 + \mathfrak{R}_2) - 2\mathfrak{S}_2 \\ \Delta_1 &= y_1[(\mathfrak{R}_0 + \mathfrak{R}_2)^2 + (\mathfrak{S}_0 + \mathfrak{S}_2)^2] - 2\Delta. \end{aligned}\right\} \tag{25}$$

6. Die Umformung der Reihenprodukte in eine einzige Reihe.

Für die praktische Berechnung der aufgestellten Grössen ist nun sehr wichtig, dass für die in (17) bis (25) auftretenden Determinanten fertige Reihen angegeben werden können, so dass die einzelnen Glieder gar nicht berechnet zu werden brauchen. Es ist bemerkenswert, dass diese Reihen auch sehr rasch konvergieren, da ihre Glieder im Nenner nicht bloss zwei Fakultäten, wie die Bessel'schen, sondern sogar deren drei enthalten. Diese Entwicklungen entsprechen

denjenigen, die für die Produkte zweier Besselfunktionen von Schönholzer[1]) gegeben worden sind.

Hier soll an dem Beispiel der Determinante (21) die Methode gezeigt werden, die zu ihrer Herleitung dient.

Es ist nach (14)

$$\Re_2(\Re_0+\Re_2)=\sum_{q=0}^{\infty}\sum_{r=0}^{\infty}\frac{(-1)^{q+r}{y_1}^{2q+2r+2}}{(2q+1)!\,(2q+3)!\,(2r)!\,(2r+1)!}=\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-1)^n{y_1}^{2n+2}}{(2n+1)!\,(2n+4)!}\,\alpha_n \quad (26)$$

wo $$\alpha_n=\sum_{q=0}^{n}{}'\frac{(2n+1)!\,(2n+4)!}{(2q+1)!\,(2n-2q)!\,(2q+3)!\,(2n-2q+1)!}=\sum_{q=0}^{n}\binom{2n+1}{2q+1}\binom{2n+4}{2q+3}.$$

Nach dem Residuensatz ist

$$\binom{2n+4}{2q+3}=\binom{2n+4}{2n-2q+1}=\frac{1}{2\pi i}\int_{\overleftarrow{0}}\frac{(1+t)^{2n+4}}{t^{2n+2-2q}}\,dt,$$

also

$$\alpha_n=\frac{1}{2\pi i}\int_{\overleftarrow{0}}\frac{(1+t)^{2n+4}}{t^{2n+3}}\sum_{q=0}^{n}t^{2q+1}\binom{2n+1}{2q+1}dt=$$

$$=\frac{1}{2\pi i}\int_{\overleftarrow{0}}\frac{(1+t)^{2n+4}}{t^{2n+3}}\cdot\frac{1}{2}\left\{(1+t)^{2n+1}-(1-t)^{2n+1}\right\}dt$$

$$\alpha_n=\frac{1}{2\pi i}\cdot\frac{1}{2}\int\frac{(1+t)^{4n+5}}{t^{2n+3}}\,dt-\frac{1}{2\pi i}\int\frac{(1-t^2)^{2n+1}(1+t)^3}{t^{2n+3}}\,dt.$$

Alle Integrale sind in der komplexen t-Ebene um den Nullpunkt in positivem Sinne zu erstrecken.

Die Integrale sind wesentlich die Koeffizienten von t^{2n+2} in den Entwicklungen von

$$(1+t)^{4n+5}\ \text{resp.}\ (1-t^2)^{2n+1}(1+3t+3t^2+t^3).$$

Man hat daher

$$\alpha_n=\frac{1}{2}\binom{4n+5}{2n+2}+\binom{2n+1}{n}(-1)^{n+1} \quad (26')$$

Ganz ähnlich findet man

$$\mathfrak{S}_2(\mathfrak{S}_0+\mathfrak{S}_2)=\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-1)^{n+1}{y_1}^{2n+2}}{(2n+1)!\,(2n+4)!}\beta_n \quad \beta_n=\frac{1}{2}\binom{4n+5}{2n+2}-\binom{2n+1}{n}(-1)^{n+1}, \quad (27)$$

worauf durch Addition von (26) und (27)

$$Z=-2\sum_{n=0}^{\infty}{}'\frac{{y_1}^{2n+2}}{n!\,(n+1)!\,(2n+4)!}. \quad (28)$$

[1]) Schönholzer: Über die Auswertung bestimmter Integrale etc. Bern 1877. Vergl. auch Nielsen a. a. O. § 6.

Wir stellen im folgenden weitere analog hergestellte Reihenentwicklungen zusammen:

$$\left.\begin{aligned} \Delta &= \sum_0^\infty \frac{{y_1}^{2n+1}}{n!\,(n+1)!\,(2n+2)!} \\ \Delta_1 &= 2\sum_1^\infty \frac{{y_1}^{2n+1}}{(n-1)!\,(n+1)!\,(2n+2)!} \\ K_2 &= \sum_1^\infty \frac{(-1)^n {y_1}^{2n+1}}{(2n-1)!\,(2n+2)!} \\ Z_1 &= -\sum_0^\infty \frac{{y_1}^{2n+2}(2n)\,(2n+3)}{n!\,(n+1)!\,(2n+4)!} \end{aligned}\right\}. \qquad (29)$$

Mit Hülfe dieser Reihen, die für nicht zu grosse Werte von

$$y_1 = \sqrt{3(1-\nu^2)}\,\frac{l_1}{a\eta}$$

sehr rasch konvergieren, kann man, ohne vorerst auf die Berechnung der Integrationskonstanten eingehen zu müssen, direkt die in (19), (20), (22) und (23) aufgeführten Grössen, die praktisch allein interessieren, ermitteln. Die Rechnungsarbeit wird dadurch auf ein Mindestmass zurückgeführt.

Die Nennergrössen Δ und Δ_1 wachsen mit y_1 von null an bis ins Unendliche; die angegebenen Formeln sind immer brauchbar. Die Formeln (28) und (29) haben den weitern Vorteil, dass sie nur rein numerische Koeffizienten enthalten. Sie können daher tabuliert werden.

7. Asymptotische Entwicklungen für schlanke Zylinder.

Schon Reissner[2]) hat festgestellt, dass bei der Anwendung der Formeln auf den Fall eiserner Gefässe der Wert von y_1 so beträchtlich gross ist, dass eine Berechnung der Reihen $\mathfrak{R}_2$ und $\mathfrak{S}_2$ (die er wesentlich benutzt) mühsam oder unausführbar wird. Er empfiehlt, für diesen Fall das Gefäss in Ringe aufzuteilen, und für jeden Ring die Wandstärke als unveränderlich zu betrachten.

Nachdem die analytische Natur jener Reihen, und ihr Zusammenhang mit den Bessel'schen erkannt ist, bietet es keine Schwierigkeit, die Theorie auch auf den Fall eines grossen y_1 auszudehnen. In der Tat kann man von den asymptotischen Ausdrücken Gebrauch machen, die die Bessel'schen Funktionen für grosse Werte des Argumentes darstellen. Ja, es lässt sich sogar behaupten, dass rechnerisch der Fall eines grossen y_1 einfacher liegt, und man sehr einfach gebaute,

aus wenigen Gliedern bestehende Formeln aufstellen kann, die um so genauer und einfacher sind, je schlanker der vorliegende Zylinder ausfällt.

Grundlage für die folgenden Entwicklungen ist die von Hankel[1]) gegebene asymptotische Darstellung für die nach ihm benannten Funktionen $m$ter Ordnung

$$\left.\begin{aligned} e^{-i\left(\xi-\frac{2m+1}{4}\pi\right)} H_m^{(1)}(\xi) &\backsim \sqrt{\frac{2}{\pi\xi}}\left[P_n(\xi)+iQ_n(\xi)\right] \\ e^{+i\left(\xi-\frac{2m+1}{4}\pi\right)} H_m^{(2)}(\xi) &\backsim \sqrt{\frac{2}{\pi\xi}}\left[P_n(\xi)-iQ_n(\xi)\right] \end{aligned}\right\}.$$

Hier bedeutet das $\backsim$ Zeichen asymptotische Gleichheit im Sinne Poincaré's, und $P_n(\xi)$, $Q_n(\xi)$ sind gewisse, nach fallenden Potenzen von ξ fortschreitende Reihen.

Setzt man diese Beziehungen nach (7) in reelle um, und bezeichnet man abkürzend

$$\varrho = \sqrt{2y} \qquad f = \frac{e^{\varrho}}{\sqrt{2\pi\sqrt{2}\varrho}}, \tag{30}$$

so erhält man folgende asymptotischen Darstellungen:

$$\left.\begin{aligned} R_2 &\cong f\left[\cos\sigma_2\cdot p_2 + \sin\sigma_2\cdot q_2\right] & p_2 &= 1-\frac{15}{16}\cdot\frac{1}{\varrho}-\frac{3\cdot7\cdot15}{4^6}\frac{1}{\varrho^3}- \\ & & & \quad -\frac{7\cdot3\cdot15\cdot11}{2\cdot4^8}\cdot\frac{1}{\varrho^4}+\cdot\cdot \\ S_2 &\cong f\left[\cos\sigma_2\cdot q_2 - \sin\sigma_2\cdot p_2\right] & q_2 &= -\frac{15}{16}\cdot\frac{1}{\varrho}+\frac{7\,.\,15}{4^4}\frac{1}{\varrho^2}+ \\ & & & \quad +\frac{7\cdot9\cdot15}{4^6}\frac{1}{\varrho^3}+\frac{0}{\varrho^4}+\cdot\cdot \\ R_0+R_2 &\cong -f\left[-\cos\sigma_2\, p_{02}+\sin\sigma_2\, q_{02}\right] & p_{02} &= \frac{1}{\varrho}+\frac{15}{4^4}\frac{1}{\varrho^3}+\frac{7\cdot15}{2\cdot4^5}\frac{1}{\varrho^4}+\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot \\ S_0+S_2 &\cong -f\left[\cos\sigma_2\, q_{02}-\sin\sigma_2\, p_{02}\right] & q_{02} &= \frac{1}{\varrho}-\frac{3}{8\varrho^2}-\frac{15}{4^4}\cdot\frac{1}{\varrho^3}+\frac{0}{\varrho^4}+\cdot\cdot\cdot \end{aligned}\right\} \tag{31}$$

mit

$$\sigma_2 = \varrho - \frac{9\pi}{8}. \tag{31}'$$

Diesen Formeln entsprechend kann man nun die für die Berechnung der wichtigen Grössen notwendigen Ausdrücke für

$$\Delta,\ Z,\ \Delta_1,\ Z_1 \text{ und } K_2$$

entwickeln. So ergeben sich die Formeln:

---

[1]) Math. Ann. 1 (1869). Vergl. auch Nielsen a. a. O. § 58.

$$\left.\begin{aligned}
\Delta &= f_1^2 \left[\frac{1}{\varrho_1} - \frac{3}{8\varrho_1^2} - \frac{15}{128\varrho_1^3} - \frac{45}{4^5}\cdot\frac{1}{\varrho_1^4} + \cdots\right\} \\
Z &= -f_1^2 \left[\frac{1}{\varrho_1} - \frac{15}{8\varrho_1^2} + \frac{15\cdot 7}{2\cdot 4^3}\,\frac{1}{\varrho_1^3} - \frac{15\cdot 7}{4^5}\,\frac{1}{\varrho_1^4} + \cdots\right\} \\
\Delta_1 &= f_1^2 \left[1 - \frac{19}{8\varrho_1} + \frac{15\cdot 7}{2\cdot 4^3}\cdot\frac{1}{\varrho_1^2} + \frac{15\cdot 21}{4^5}\,\frac{1}{\varrho_1^3} + \frac{45\cdot 133}{4^8}\,\frac{1}{\varrho_1^4}\cdots\right\} \\
Z_1 &= f_1^2\,\varrho_1 \left[-\frac{1}{2} + \frac{35}{16\,\varrho_1} - \frac{49}{4^4}\cdot\frac{1}{\varrho_1^2} + \frac{15\cdot 7\cdot 5}{2\cdot 4^5}\,\frac{1}{\varrho_1^3}\cdots\right\} \\
K_2 &= -f_1\,\varrho_1 \left[\cos\sigma_2\cdot\left\{\frac{1}{2} - \frac{15\cdot 7\cdot 9}{2\cdot 4^4\,\varrho_1^2} + \frac{15\cdot 7\cdot 33}{4^6\,\varrho_1^3} + \cdots\right\} + \right. \\
&\qquad \left. + \sin\sigma_0\left\{\frac{1}{2} - \frac{5\cdot 7}{16\,\varrho_1} + \frac{15\cdot 7\cdot 9}{2\cdot 4^4}\cdot\frac{1}{\varrho_1^2} + \frac{0}{\varrho_1^3} + \cdots\right\}\right]
\end{aligned}\right\} \cdot (32)$$

Der an f und ϱ angehängte Index sagt aus, dass diese Werte für $x = l_1$ also $y = y_1$ zu bilden sind.

Die Reihen können um so eher abgebrochen werden, je grösser ϱ_1 ist, d. h. je schlanker der betreffende Zylinder ausfällt. Schon mit $\varrho_1 \cong 8$ erhält man eine Genauigkeit von zirka $1^0/_{00}$, wenn man die angeschriebenen Glieder berücksichtigt. In dem von Reissner[1]) angeführten Beispiel ist der Wert von $p_1 \cong 27{,}3$. Wenn also Fehler von der Grössenordnung $1^0/_{00}$ zugelassen werden, so kann man sich bei den vier ersten Ausdrücken mit den zwei ersten Gliedern allein begnügen. Die Berechnung wird so ausserordentlich kurz.

Übrigens können auch noch die in (19) bis (24) vorkommenden Quotienten in einfache Reihen entwickelt werden. So ergibt sich beispielsweise aus (20) und (32) für das Einspannungsmoment G_1 **im Falle 5A:**

$$G_1 = -\frac{\gamma\cdot l_1^2}{\varkappa}\cdot\frac{Z}{\Delta} \cong + \frac{\gamma l_1^2}{\varkappa}\left[1 - \frac{6}{(4\varrho_1)}\left(1 - \frac{1}{4\varrho_1} + \frac{1}{(4\varrho_1)^2}\right)\cdot\cdot\right] \quad (33)$$

und für die dazu proportionale spezifische Randspannung

$$\sigma_{1h} = \frac{3G_1}{2h_e^2} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{3}{1-\nu^2}}\cdot\frac{a\gamma}{\eta}\cdot\left[1 - \frac{6}{4\varrho_1}\left(1 - \frac{1}{4\varrho_1} + \frac{1}{(4\varrho_1)^2}\right)\cdot\cdot\right]. \quad (33')$$

Diese Spannung nähert sich also mit wachsender Schlankheit rasch dem Grenzwert

$$\sigma_{1\,h} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{3}{1-\nu^2}}\cdot\frac{a\gamma}{\eta}.$$

In dem Reissner'schen Beispiel ($\varrho \sim 27$) wird dieser Grenzwert schon bis auf $^1/_2{}^0/_0$ genau erreicht. Für den Fall $\varrho \sim 8$ geht die

[1]) Reissner a. a. O. S. 153.

Annäherung auf 4 %, so dass für ϱ über dieser Grenze praktisch mit dem Wert (34) gerechnet werden kann.

Um endlich noch einen Begriff über die Genauigkeit der asymptotischen Darstellungen, die hier verwendet wurden, zu geben, diene die Bemerkung, dass die Formel (33) mit den angeschriebenen Gliedern für $\varrho \cong 8$ einen Wert ergibt, der von dem durch Reihen berechneten um weniger als ein Tausendstel abweicht.

Die Reihen (32) dürfen also für technischo Zwecke unbedenklich benutzt werden. Ja, es wird schon etwa von $\varrho = 4$ an ein Abbrechen beim zweiten Glied erlaubt sein.

Da bis zu dieser Grenze der Schlankheit und sogar noch weit darüber hinaus die Reihenentwicklungen (28) (29) bequem verwendbar sind, weil sie schnell konvergieren, so ist damit die numerische Berechnung auf rasche Weise gesichert.

8. Die Formveränderung der Gefässwand.

Die ursprünglich gerade Zylindererzeugende geht bei der Deformation in eine Kurve über, welche durch den Ausdruck (13) für w wesentlich bestimmt ist. Es lässt sich zeigen, dass die dort auftretenden Funktionen schwingenden Verlauf haben, dass also eine Querfaltung des Zylinders auftritt, die besonders für schlanke Zylinder recht lebhaft ist. Für solche gelten angenähert die Entwicklungen (31). Aus (30) (31′) erkennt man, dass die Zylindererzeugende zu einer Wellenlinie verbogen wird, deren Amplituden in unmittelbarer Nähe des unteren Endes gross sind, aber sehr rasch nach einem Exponentialgesetz gegen oben abklingen, während auch die Längen der Wellen abnehmen. In der Nähe des unteren Endes berechnet sich die halbe Wellenlänge L aus

$$\sqrt{2\varkappa_1 l_1} - \sqrt{2\varkappa(l_1 - L)} = \pi = \varrho_1 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{L}{l_1}}\right)$$

zu

$$L = l_1 \frac{2\pi}{\varrho_1}\left(1 - \frac{\pi}{2\varrho_1}\right) \backsimeq l_1 \frac{2\pi}{\varrho_1} = \frac{2\pi}{\sqrt[4]{2(1-\nu^2)}} \sqrt{\frac{a(\eta l_1)}{l_1^2}}\,.$$

Dieser Wert stimmt überein mit dem entsprechenden für einen Zylinder von konstanter Wandstärke $2\eta l_1$.

Die spezifischen Ringspannungen $\sigma_t = \frac{T_2}{2\eta x}$ sind wegen (2) und (4) zu w proportional. Es wird daher durch die angestellten Betrachtungen eine Behauptung Reissners bestätigt, dass bis in unmittelbare Nähe des unteren Endes der Wasserdruck in der Hauptsache von den Ringspannungen aufgenommen wird.

9. Numerische Berechnungen für den unten eingespannten Zylinder. (Fall 5 A.)

In Fig. 2 gibt die Kurve C_1 den Verlauf der Funktion $-\frac{Z}{\Delta}$, wobei als Abszisse die Grösse $y_1 = \varkappa l_1$ gewählt ist. Sie hängt mit dem Biegungsmoment G_1 an der Einspannungsstelle, resp. mit der zugehörigen maximalen Biegungsspannung σ_{1h} nach folgenden Formeln zusammen:

$$G_1 = \frac{l_1^2 \gamma}{\varkappa}\left(-\frac{Z}{\Delta}\right) \qquad \sigma_{1h} = \frac{\gamma a}{2\eta}\cdot\sqrt{\frac{3}{1-\nu^2}}\cdot\left(-\frac{Z}{\Delta}\right).$$

Die Kurve wurde bis $y_1 = \sqrt{1000}$ mit den Reihen (29), darüber hinaus nach (32) berechnet. Die Formeln (32) können übrigens schon mit hinreichender Genauigkeit für ein viel kleineres y_1 benützt werden. Nach (32) nähert sich die Schaulinie asymptotisch dem Wert 1, die Biegungsspannung dem Wert

$$\sigma^*_{1h} = \frac{\gamma \cdot a}{2\eta}\sqrt{\frac{3}{1-\nu^2}}.$$

Die Kurve C_2 gibt über das Verhalten der Radialdurchbiegung w_0 am freien Ende, und damit über die dort herrschende Ringspannung

$$\sigma_{t0} = -\frac{E}{a} w_0$$

Aufschluss. Um einen direkten Vergleich mit der Biegungsspannung σ_{1h} zu ermöglichen, ist als Funktion von y_1 aufgetragen die Grösse

$$\frac{2\eta}{\gamma a}\sqrt{\frac{1-\nu^2}{3}}\,\sigma_{t0} = -\frac{\lambda_2}{\gamma}\sqrt{\frac{1-\nu^2}{3}}\cdot w_0 = \sqrt{\frac{1-\nu^2}{3}}\left(1-\frac{\mathfrak{S}_2}{\Delta}\right),$$

so dass sich die Ordinaten beider Kurven verhalten wie $\sigma_{1h} : \sigma_{t0}$. Wegen (31) (32) nähert sich C_2 rasch dem festen Wert $\sqrt{\frac{1-\nu^2}{3}}$, um den herum sehr rasch abklingende Schwingungen stattfinden. Die Schaubilder zeigen, dass von $y_1 \infty 11$ an die Biegungsspannung die Ringspannung übertrifft. Freilich ist die Ringspannung am freien Ende nicht am grössten, und es wäre denkbar, dass ihr grösster Wert den von σ_{1h} überträfe.

Um hierüber Aufschluss zu erhalten, ist für den Fall $y_1 = \sqrt{1000}$ die Deformation des Zylinders berechnet worden. Die Kurve C_3 gibt mit der Abszisse $y = \varkappa x$ als Ordinate die Radialverschiebung w in einem Masstab, der aus C_2 leicht ermittelt werden kann. Es bestätigt sich, dass w nur am untern Ende stark variiert, und am obern

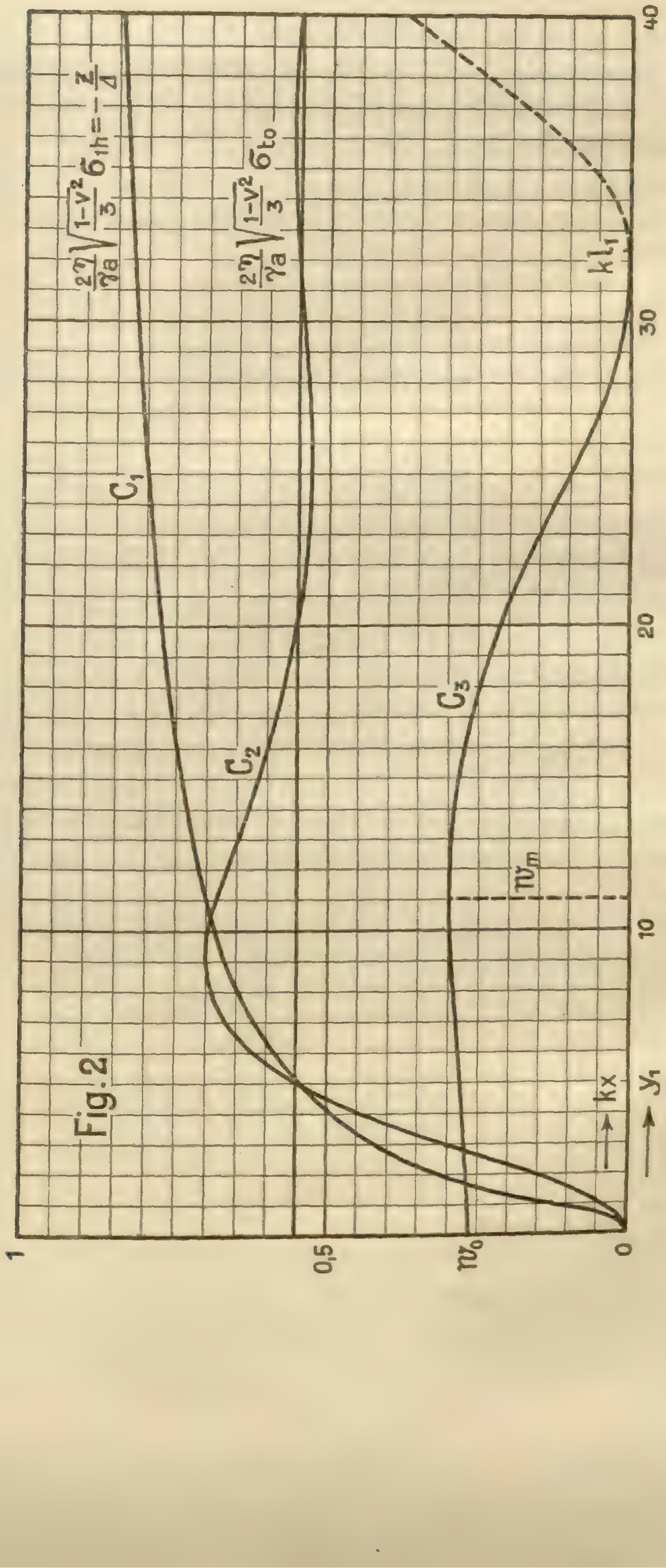

40
30
20
10
0
1
0,5
$\frac{2\eta}{\gamma a}\sqrt{\frac{1-\nu^2}{3}}\sigma_{1h}=\frac{z}{A}$
$\frac{2\eta}{\gamma a}\sqrt{\frac{1-\nu^2}{3}}\sigma_{to}=$
C_1
C_2
C_3
$k l_1$
$n v_n$
n_0
kx
y_1

Fig. 2

Ende nahezu den konstanten Wert

$$w^* = -\frac{\gamma}{\lambda_2}$$

hat, und dies, trotzdem die Schlankheit des gewählten Zylinders noch nicht gross ist ($\varrho_1 = 7,95$). Die grösste Durchbiegung w_m entspricht dem ersten Wellenscheitel vom untern Ende ab gerechnet. Sie tritt an einer Stelle auf, für welche ϱ dem angenäherten Wert $\varrho^* = \varrho - \pi$ annimmt. Es wird $\varrho^* = 4,81$ $y^* = 11,5$. Aus der Figur ist ersichtlich, dass dieser Wert jener Stelle schon genügend gut entspricht. Setzt man in

$$w = -\frac{\gamma}{\lambda_2} - c_1 (R_0 + R_2) - c_2 (S_0 + S_2)$$

die Ausdrücke (31) (32) und für ϱ den Wert ϱ^* ein, so ergibt sich

$$-\frac{\lambda_2}{\gamma} w_m \cong 1 + \frac{1}{e^{-\pi}} \left(\frac{\varrho_1}{\varrho_1 - \pi}\right)^{\frac{3}{2}} \frac{1 - \frac{3}{8(\varrho_1 - \pi)}}{1 - \frac{3}{8\varrho_1}} \backsimeq 1 + \frac{1}{e^{-\pi}} \left(\frac{\varrho_1}{\varrho_1 - \pi}\right)^{\frac{3}{2}}.$$

Für $\varrho_1 \cong 8$ wird das zweite Glied noch ca. $^1/_{10}$. Es nähert sich mit wachsender Schlankheit dem Wert $e^{-\pi} = 1 : 23$.

Für schlanke Zylinder ($\varrho_1 \geq 8$) ist die maximale Durchbiegung (und ebenso die grösste Ringspannung) um 5 bis 10 % grösser als der Wert am freien Ende.

Die Kurven C_1 C_2 lehren jetzt, dass für solche und selbst für noch weniger schlanke Zylinder die grösste Biegungsspannung im Einspannungsquerschnitt die grösste Ringspannung übertrifft. Es empfiehlt sich also, das untere Ende des zylindrischen Gefässes zu verstärken.

Zollikon-Zürich, 14. Februar 1917.

Die den 80° n erreichenden oder überschreitenden Gefässpflanzen.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von

M. Rikli.

(Als Manuskript eingegangen am 24. Februar 1917.)

Die den 80° n überschreitenden Landmassen gehören hauptsächlich der Neoarktis an. Es sind die mittleren und nördlichen Teile der grossen im Nordwesten Grönlands gelegenen, gewöhnlich als Ellesmereland s. l. bezeichneten Insel. Der Süden derselben, von der sog. Hayessundregion an, bildet das eigentliche Ellesmereland (s. str.), das, weil zwischen 76 und 79° n gelegen, ausserhalb unserer Betrachtung fällt. Der mittlere Teil von c. 79—82° n heisst Grinnell-Land, der nördlichste Abschnitt wird als Grantland (c. 82°—83° 10′ n) bezeichnet. Ferner reichen der nördlichste Teil der Westküste Grönlands (Washington- und Hall-Land), sowie der erst in den letzten Jahren durch die Expedition von Mylius Erichsen (1908—10) und durch die Thule-Expedition unter Peter Freuchen (1912) entdeckte und kartographisch aufgenommene Norden Ost-Grönlands, d. h. die Region des Dänemarkfjordes, das Melvilleland und das Mylius Erichsensland über den 80° n hinaus; ebenso das Grönland im Norden vorgelagerte Pearyland. Die beiden absolut nördlichsten Punkte festen Landes, von denen auch Pflanzenlisten vorliegen, sind an der Nordküste von Pearyland gelegen: nämlich der Hydefjord (83° 15′ n) und die Lockwood-Insel (83° 24′ n). Von Spitzbergen erreichen oder überschreiten (Nordostland) nur die nördlichsten Teile den 80° n; dagegen liegt der ganze Kaiser Franz Joseph Archipel nördlich von diesem Breitegrad.

Zeichenerklärungen zur Tabelle.

✶ Auch in den Alpen.
⊕ Nur noch in den Ostalpen.
+ Noch in deutschen Mittelgebirgen, aber in den Alpen fehlend.
— Durchgehende Arten, d. h. von den Südgebirgen durch die ganze boreale Region bis in die Arktis.
⊙ Therophyten.

Nr.	Art	Höchste Breite n	Nähere Standortsangabe	Sammler oder Autor
1	*Agropyrum violaceum*(Hornem.)Lge.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Greely
2	*Alopecurus alpinus* Sm.	83° 5′	Grantland: Ward Hunt-Insel (?) und Cap Joseph Henry 82° 48′ n	Hart
3✶	*Alsine*[2]) *biflora* (L.) Wbg.	c. 80°	Spitzbergen[1]): Treurenbergbucht	Th. Wulff
4	„ *Rossii* (R. Br.) Fenzl.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Hart
5	„ *rubella* (Wbg.) Lge.	c. 82°	Pearyland: Valmuedalen	Thule Exped.
6✶	„ *verna* Wbg.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Hart, Greely
7✶	*Androsace septentrionalis* L.	81° 45′	Grinnell-Land: Cartmel Point	Hart, Greely
8✶	*Arabis alpina* L.	c. 80°	Spitzbergen: Magdalenenbucht	Nathorst
9	*Arabis arenicola* (Richards) Gelert	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Greely
10	*Arctagrostis latifolia* (R. Br.) Griseb.	81° 50′	Grinnell-Land: Shift Rudder Bay	Hart, Greely
11	*Arctophila fulva* (Trin.) Rupr.	c. 80°	Spitzbergen: Wijde Bay, Mossel Bucht	R.F.Kjellman
12	*Arnica alpina* (L.) Oliv.	81° 40′	Grinnell-Land: Bellot Insel in der Lady Franklin Bucht	Feilden. Greely, Hart
13	*Braya purpurascens* (R. Br.) Bunge	82° 27′	Grantland: Flöbergküste	Hart
14	*Campanula uniflora* L.	c. 80°	Spitzbergen: Wijde Bay	Eaton
15	*Cardamine bellidifolia* L.	81° 47′	Pearyland: Cap Schmelck	Thule Exped.
16✶	*C. pratensis* L.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Hart
17	*Carex aquatilis* Wbg.	81° 50′	Grinnell-Land: Shift Rudder Bay	Feilden
18✶	„ *atrofusca* Schkuhr.	81° 43′	Grinnell-Land: Discov. Hafen (?)	Greely

Note [1]) und [2]) siehe am Schluss der Tabellen.

Sonstige Verbreitung im Hochnorden N. vom 80° n	Bemerkungen	Höchste Standorte in den a) Südgebirgen	b) Gebirgen d. Arktis
—	Arktisch-subarktisch, vorwiegend amerikanisch.	Felsengebirge.	—
Grinnell-Land, Nördlichstes Grönland, Pearyland, Spitzbgn., Kaiser Franz Joseph Land.	Arktisch-zirkumpolare Art. Charakterpflanze der Sumpfmark, vom Typus eines Wiesengrases. Auch Strandpflanze und Anthropochore.	Schottland 1100 m.	c. 800 m S. Grönland (N. Hartz).
—	V. *arctica* (Stev.) Fenzl., hauptsächlich arktisch-asiatisch. Feuchte Fjelde; arktisch-eurasisch, im Norden vorwiegend polar-atlantisch.	2785 m Parpaner-Weisshorn (Jos. Braun).	c. 950 m Ost Grönland (N. Hartz).
Spitzbergen.	Vorwiegend arktisch-amerikanisch; Westgrenze Tschuktschenland; Ostgrenze Spitzbergen.	Felsengebirge.	350 m Grönland (Taylor).
N. Grönl'd, Spitzbergen.	Wird auch als Abart von *A. verna* Wbg. aufgefasst.	—	—
Franz Joseph Land (?), N. E. Grönland.	V. *propingua* Rich. und v. *hirta* (Wormskj) Lge.; zirkumpolar-arktisch und oreophyt-eurasisch.	3200 m Piz Ot (Jos. Braun).	c. 1400 m Grönland (Lange).
(Im N. wohl Tertiärrelikt: Nathorst, Warming).	◎ Steppenpflanze! im kontinentalen Eurasien wohl durchgehende Art; arktisch und oreophyt-eurasisch.	2200 m Findelen (H. Jaccard). 4500 m Himalaja.	—
—	Einer der ersten Frühjahrsblütler. Kalkholde Schuttpflanze, Fjeldformation, Neigung zur Anthropochore. Arktisch-alpin.	3200 m Wallis (H. Jaccard).	1250 m S. Grönland (N. Hartz).
—	Arktisch-subarktisch, amerikanisch.	—	—
—	Vorwiegend arktische Sumpfpflanze, oreophyt-altaisch.	Altai.	—
—	ssp. *depauperata* (Nath.) Ostenf. = *Colpodium Malmgreni* Anderss., sich im Herbst intensiv rot verfärbend. Sumpfpflanze; Charakterpflanze der Tundramoore. Arktisches Element.	—	—
Spitzbergen.	Humikoler Begleiter von Zwergstrauchheiden, auch auf Fjelden, ausschliesslich arktisch-subarktisch. In den Alpen ersetzt durch *Arnica montana* L., die am Piz Laiblau (steril) bis 2720 m ansteigt (Jos. Braun).	—	1260 m Nordost Grönland (N. Hartz).
Grinnell-Land, N. W. Grönl'd, Spitzbergen.	Bewohner der Fjeldmark. Arktische Spezies, Südgrenze in N. E. Russland (c. 68° n).	—	—
—	Trockene Fazies der Fjeldformation. Arktische Spezies mit Hauptverbreitung in der Neoarktis, nächstverwandte Arten in den Rocky Mountains.	—	1570 m Ost Grönland (N. Hartz).
Grinnell-Land, N. W. Grönl'd, Spitzbergen, Franz Joseph Land.	Feuchte Fazies der Fjeldformation, vollkommen zirkumpolar, arktisch und oreophyt-asiatisch, in den Alpen ersetzt durch *C. alpina* Willd. = 2810 m Thälihorn (Jos. Braun).	Mt. Shasta bis 3000 m (J. D. Hook.). Zentralasien bis 5650 m (Jäschke).	1200 m Ost Grönland (N. Hartz).
Spitzbergen bis über 79° n.	In die ssp. *angustifolia* Hook. u. v. *arctica* O. E. Schulz. Sumpfpflanze, sogar submers. Durchgehend boreal-arktische Spezies.	1780 m Berninagebiet (E. Rübel). 1800 m Wallis (H. Jaccard).	250 m S. Grönland c. 61° n.
—	V. *stans* (Drey.) Boott, nahezu zirkumpolare Sumpfpflanze. Vorwiegend nördlich boreal-subarktische Art.	Felsengebirge bis Colorado.	—
—	Arktisch und oreophyt-eurasisch, überall mit sehr zerrissenem Verbreitungsareal.	2400 m Wallis (H. Jaccard). 4800 m Zentralchina.	—

Nr.	Art	Höchste Breite n	Nähere Standortsangabe	Sammler oder Autor
19✶	*Carex fuliginosa* Schkuhr.	82° 27′	Grantland: Flöbergküste	Hart
20	„ *gynocrates* Wormskj.[3])	81° 35′	N. W. Grönland: Polaris Bucht	Bessels
21✶	„ *incurva* Lightf.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Hart
22	„ *nardina* Fr.	82° 27′	Grantland: Flöbergküste	Hart
23⊕	„ *rigida* Good.	c. 80°	Spitzbergen: Wijde Bay	Th. Wulff
24	„ *subspathacea* Wormskj.	c. 80°	Spitzbergen: Wijde Bay	Th. Wulff
25✶	„ *rupestris* Bell.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Greely
26	*Cassiope tetragona* (L.) D. Don.	c. 82°	Pearyland: Valmuedalen	Thule Exped.
27	*Catabrosa concinna* Th. Fr.	c. 80°	Spitzbergen: Murchisonbucht	Th. Wulff
28✶	*Cerastium alpinum* L.	83° 24′	Pearyland: Lockwood Insel	Lockwood
29	„ *Edmondstoni* (Wats.) Murr. et Ostenf.	c. 80°	Spitzbergen: Treurenbergbucht	Malmgren
30	*Cochlearia groenlandica* L.	82° 27′	Grantland: Flöbergküste	Hart
31✶	*Cystopteris fragilis* (L.) Bernh.	81° 47′	Pearyland: Cap Schmelck	Thule Exped.
32✶	*Deschampsia caespitosa* (L.) Pall.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Greely, Hart
33	*Diapensia lapponica* L.	81° 43′	Grinnell-Land: Discov. Hafen (?)	Greely
34	*Draba alpina* L.	82° 50′	Grantland: Cap Joseph Henry	Hart
35	„ *arctica* J. Vahl.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Greely

Note [3]) siehe am Schluss der Tabellen.

Sonstige Verbreitung im Hochnorden N. vom 80° n	Bemerkungen	Höchste Standorte in den a) Südgebirgen	b) Gebirgen d. Arktis
N. Grönl'd, Spitzbergen.	V. *misandra* (R. Br.) O. F. Lang. — Hauptart arktisch-alpin mit Massenzentrum in der Arktis als zirkumpolare Charakterpflanze der Grasmoore; in den Alpen meist durch *C. frigida* All. ersetzt.	Felsengebirge bis Colorado; in den Alpen nur auf dem Gornergrat (M. WINKLER).	–
—	Grasmoore, arktisch-subarktisch, vorwiegend amerikanisch, nächst verwandt mit *C. dioica* L.	Felsengebirge bis Colorado.	—
Spitzbergen.	Teichflora, Dünen- und Strandpflanze; vollkommen zirkumpolar-arktisch und oreophyt-eurasisch.	2600 m Riffelberg (H. JACCARD). 5600 m Tibet (A. TRANCHET).	—
Grinnell-Land, Pearyl'd, N. Grönland, Spitzbergen.	Xerophytische Fjeldpflanze; arktisch, besonders hocharktisch.	Nördl. Felsengebirge bis 3000 m.	1600 m W. Grönland (RINK).
—	Hauptsächlich v. *concolor* (R. Br.) Kükenth., nasse Fazies der Fjeldformation, zirkumpolare Sumpfpflanze, arktisch-alpin und oreophyt-altaisch.	Felsengebirge bis Colorado, Altai.	1300 m Ost Grönland (N. HARTZ).
—	Zirkumpolar, arktisch-subarktisch.	—	—
Spitzbergen.	Schuttwanderer, xerophytische Pionierpflanze der Fjeldformation, vorwiegend arktisch-atlantisch und oreophyt-eurasisch.	3010 m Piz Tasna (JOS. BRAUN).	c. 950 m Ost Grönland (N. HARTZ).
Grant- u. Grinnell-Land, N. Grönland, Spitzbergen.	Arktisches, annähernd zirkumpolares Element, Leitpflanze der Zwergstrauchheide, aber auch Fjeldpflanze.	Felsengebirge bis c. 46° 10′ n.	1575 m Ost Grönland (HARTZ).
—	Arktisch-eurasiatisch.	—	—
Grantl'd, Grinnell-Land, N. Grönland, Spitzbergen, Kaiser Franz Joseph Land.	Hauptsächlich in v. *lanatum* Lindl. und v. *pulvinatum* Simm. Sehr polymorphe Charakterpflanze der Fjeldformation, zirkumpolar-arktisch und alpin-altaisch.	2860 m Ob. Engad. (J. BRAUN). 3500 m St. Francisco Mts. (HARSHBERGER).	1600 m Grönland (N. HARTZ).
—	Meist in der v. *caespitosum* Malmgr.; nur arktisch.	—	—
Grinnell-Land, N. W. Grönl'd, Spitzbergen.	= *C. officinalis* L. v. *groenlandica* (L.) Gelert.	Eine nahverwandte Rasse sporadisch in den Alpen.	1200 m Grönland (N. HARTZ).
Grinnell-Land.	Zarter, schattenliebender, fast ubiquistischer Felsenfarn, in der Arktis annähernd zirkumpolar.	2930 m Piz Ott (J. BRAUN). 3800 m Mexiko (CHRIST).	1200 m Grönland (N. HARTZ).
Spitzbergen.	In der v. *arctica* (Trin.) G. H. Simmons. Trockene Fjeldformation; durchgehend boreal-arktische und oreophyt-eurasische Art.	Meist in der v. *alpina* Hoppe 2790 m P. Platta (JOS. BRAUN).	—
[Angabe fraglich; nächst nördlichste Fundstelle: C. York (West Grönland) c. 76° n].	Xerophytische Polsterpflanze, Fjeldformation, arktisch-zirkumpolar, oreophyt-ostasiatisch.	1630 m Adirondacks, 2000 m Mte. Ontake c. 36° n (Japan) (J. REIN).	560 m Grönland
Grinnell-Land, N. W. u. E. Grönland, Pearyl'd, Spitzbergen, Kais. Franz Joseph Land.	Zirkumpolar-arktisch u. oreophyt-asiatisch, besonders in den v. *glacialis* (Adams) Dieckie und v. *gracilescens* Simm.	5500 m Himalaja.	1500 m West Grönland (N. HARTZ).
Pearyland, N. W. Grönland, Spitzbergen.	Von einzelnen Autoren auch als Varietät v. *D. hirta* L. aufgefasst. Arktisch-subarktisch und oreophyt-altaisch.	Felsengebirge, Altai.	c. 1400 m Grönland (RINK).

Nr.	Art	Höchste Breite n	Nähere Standortsangabe	Sammler oder Autor
36✶	*Draba fladnizensis* Wulf.	81° 47′	Pearyland: C. Schmelck	Thule Exped.
37	„ *subcapitata* H. G. Simm.	80° 10′	Nordost Grönland: Mallemuk-fjeld (?)	A. Lundager
38	*Dryas integrifolia* M. Vahl.	83° 24′	Pearyland: Lockwood Insel	Lockwood
39✶	„ *octopetala* L.	81° 47′	Pearyland: C. Schmelck	Thule Exped.
40	*Dupontia Fisheri* R. Br.	81° 35′	N. W. Grönland: Hall Land	Bessels
41✶	*Elyna myosuroides* (Vill.) Fritsch.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Greely
42	*Epilobium latifolium* L.	82° 27′	Grantland: Flöbergküste	Hart
43✶	*Equisetum arvense* L.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Hart, Greely
44⊕	„ *scirpoides* Michx.	c. 80°	Spitzbergen: Hecla Cove	G. Andersson, H. Hesselman
45✶	„ *variegatum* Schleich.	81° 44′	Grinnell-Land: Lady Franklin Bay	Hart, Greely
46	*Erigeron compositus* Pursh.	81° 47′	Pearyland: C. Schmelck	Thule Exped.
47✶	„ *uniflorus* L.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Hart, Greely
48✶	*Eriophorum angustifolium* Roth.	82° 27′	Grantland: Flöbergküste	Hart
49✶	„ *Scheuchzeri* Hoppe	c. 82°	Pearyland: Valmuedalen	Thule Exped.

Sonstige Verbreitung im Hochnorden N. vom 80° n	Bemerkungen	Höchste Standorte in den a) Südgebirgen	b) Gebirgen d. Arktis
Grinnell-L'd, N. E. Grönl'd, Spitzbergen, Kais. Franz Joseph Land.	Arktisch und oreophyt-eurasisch.	Himalaja Felsengebirge (Colorado).	?
V'breit'gsverhältn. noch wenig abgeklärt, wahrscheinl. auch auf Grant- u. Grinnell-Land (Simmons) bis Flöbergküste 82° 27′ n.	Vorherrschend arktisch-amerikanisch und arktisch-atlantisch, und wohl auch oreophyt-asiatisch.	Sikkim (?) Altai.	—
Grantl'd, Grinnell-Land, N. W. und N. E. Grönland.	Charakterpflanze dürrer Fjelde, von vorwiegend arktisch-amerikanischer Verbreitung.	Felsengebirge bis 52° n.	c. 800 m W. Grönland (Abromeit).
N. E. Grönland, Spitzbergen.	In der v. *minor* Hook. — Xerophytisches Erdholz der Zwergstrauchheide und Leitart der Fjeldformation; fehlt der Neoarktis (exkl. Alaska und Ost Grönland), arktisch und oreophyt-eurasisch.	2800 m Piz Padella (E. Rübel). 3050 m Kaukasus (Radde).	—
Spitzbergen, Franz Joseph Land.	V. *psilolantha* (Rupr.) F. Kurtz. Sumpfpflanze der Grasmoore, arktisches Element.	—	—
—	Arktische und oreophyt-eurasische Fjeldpflanze der trockenen Fazies der Fjeldformation.	3300 m Mt. Emilius (Vaccari). 3010 m Piz Vadred (J. Braun). Felsengebirge bis Colorado.	700 m Grönland (N. Hartz).
Grinnell-Land, N. E. Grönland, Pearyland, Kaiser Franz Joseph Land.	Fjeldmark und Bachalluvionen. Arktisch und oreophyt-asiatisch.	3960 m Himalaja.	1260 m Grönland (N. Hartz).
Spitzbergen.	Besonders f. *alpestre* Wbg. Hygrophyte von Alluvialwiesen, Quellfluren, eine durchgehend boreal-arktische, zirkumpolare Spezies.	2500 m Sihlern (G. Hegi).	1260 m Grönland (N. Hartz).
—	Fast ausschliesslich arktische Spezies.	Einzig alp. Standort bei Heiligenblut (Wulfen). Ob noch? Felsengebirge bis 40° n.	—
—	Feuchte Fazies der Fjeldformation von allg. boreal-arktischer und oreophyt-eurasischer Verbreitung.	2500 m Schlern (G. Hegi). Pazif. N. Am. bis Sierra Nevada c. 40° n.	1250 m E. Grönland (N. Hartz).
Grinnell-Land.	Spezifisch boreal-arktisch amerikanische Spezies.	Rocky Mts. bis Colorado, Sierra Nevada (Mt. Shasta).	—
(Nächster Standort volle 8° südlicher.)	Arktisch-zirkumpolar u. oreophyt-eurasisch.	3300 m Piz Linard (J. Braun). 3750 m Grivola (Vaccari). 5500 m Tibet; Felsengebirge, Sierra Nevada.	1250 m Grönland (N. Hartz).
Grinnell-Land, Pearyland, Spitzbergen.	Durchgehend boreal-arktische Art von nahezu zirkumpolarer Verbreitung, Sumpfpflanze.	2550 m Riffel (H. Jaccard).	800 m W. Grönland c. 70° n.
Grinnell-Land, N. W. Grönl'd, Spitzbergen.	Sumpfpflanze, arktisch-alpines Element, in der Arktis von zirkumpolarer Verbreitung.	2893 m Fuorcla Muraigl. (E. Rübel). Felsengebirge.	850 m W. Grönland c. 70° n.

Nr.	Art	Höchste Breite n	Nähere Standortsangabe	Sammler oder Autor
50	*Eutrema Edwardsii* R. Br.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Greely
51*	*Festuca ovina* L.	82° 27′	Grantland: Flöbergküste	Hart
52*	„ *rubra* L.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Hart
53	*Glyceria angustata* (R. Br.) Th. Fr.	83° 15′	Pearyland: Hydefjord	A. Lundager
54	„ *Vahliana* (Liebm.) Th. Fr.	c. 80°	Spitzbergen: Lommebucht	Nathorst
55	„ *vilfoidea* (Anders) Th. Fr.	c. 80°	Spitzbergen: Wijde- u. Treurenbergbucht	Th. Wulff
56	*Hesperis Pallasii* (Pursh) Torr. et Gray.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	H. G. Simmons
57	*Hierochloë alpina* (Liljebl.) R. et S.	81° 30′	Pearyland: Vildtland	Thule Exped.
58	*Juncus biglumis* L.	82° 27′	Grantland: Flöbergküste	Hart
59*	*Juncus triglumis* L.	c. 80°	Spitzbergen: Wijdebucht	Th. Wulff
60	*Königia islandica* L.	c. 80°	Spitzbergen: Treurenbergbucht	Th. Wulff
61	*Lesquerella [Vesicaria] arctica* (Wormskj.) S. Watson	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Hart, Greely
62	*Luzula arcuata* Wbg.	82° 27′	Grantland: Flöbergküste	Feilden
63	„ *multiflora* (Ehrh.) Lej.	81° 40′	N. W. Grönland: Polarisbucht	Hart
64	„ *nivalis* (Laest.) Beurl.	82° 40′	Grantland: Egerton Valley	Feilden
65*	*Lycopodium Selago* L.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Greely
66	*Melandrium affine* J. Vahl *(Wahlbergella)*	81° 47′	Pearyland: C. Schmelck	Thule Exped.
67	*Melandrium apetalum* (L.) Fenzl.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Hart, Greely
68	„ *triflorum* (R. Br.) J. Vahl	c. 82°	Pearyland: Valmuedalen	Thule Exped.
69*	*Oxyria digyna* (L.) Hill.	82° 27′	Grantland: Flöbergkiiste	Hart
70	*Papaver radicatum* Rottb.	83° 24′	Pearyland: Lockwood Insel	Lockwood

Sonstige Verbreitung im Hochnorden N. vom 80° n	Bemerkungen	Höchste Standorte in den a) Südgebirgen	b) Gebirgen d. Arktis
Spitzbergen.	Moossümpfe, arktisch-oreophyt-altaisch.	Altai.	—
Grinnell-Land, N. W. Grönl'd, Spitzbergen.	V. *brevifolia* (R. Br.) Hart., Hauptart boreal-arktisch.	2750 m Riffelberg = v. *durinscula* L. (H. Jaccard).	c. 950 m E. Grönland (Hartz).
Spitzbergen.	V. *arenaria* Osb., durchgehend boreal-arktische Pflanze.	2650 m Piz Alv (Schröter). 2690 m Bernina (Heer). = *f. nigrescens* Lam., Himalaja, Felsengebirge.	c. 750 m (Hartz).
Grinnell-Land, N. E. Grönl'd, Spitzbergen.	Strandpflanze, ausschliesslich arktisch.	—	—
N. Ellesmereland.	Arktische Strandpflanze.	—	—
—	= *G. maritima* (Huds.) Wbg. v. *vilfoidea* (Anderss.) Gelert. Hauptart an den boreal-eurasischen Küsten!	—	—
N. W. Grönland.	Vom Typus einer Steppenpflanze; Verbreitungsareal sehr zerrissen, fast ausschliesslich arktisch-amerikanisch.	—	—
—	Xerograminee vom Typus eines Steppengrases, arktisch-zirkumpolar und oreophyt-altaisch.	Adirondacks	1350 m E. Grönland (N. Hartz).
Grinnell-Land, N. W. Grönl'd, Spitzbergen.	Grasmoore, nasse Fazies der Fjelde, vollständig arktisch-zirkumpolar und oreophyt-asiatisch.	1100 m Schottland, Felsengebirge bis c. 40° n.	800 m S. Grönland.
—	Grasmoore, nasse Fazies der Fjelde, arktisch und oreophyt-eurasisch.	2750 m Tirol (Sarntheim).	—
—	◎ Arktisch und oreophyt-asiatisch.	Himalaja.	—
N. W. Grönland.	Fjeldpflanze, arktisch-amerikanisches Element.	Felsengebirge, Anden v. Cordoba.	—
Grinnell-Land, N. W. Grönland, Pearyland, Spitzbergen.	ssp. *confusa* (Lindeb.) Kjellm. = *L. hyperborea* R. Br. ausschliesslich arktisch-subarktische Fjeldpflanze.	Dovrefjeld, Felsengebirge.	c. 1575 m E. Grönland (N. Hartz).
Grinnell-Land.	= *L. campestris* DC. v. *multiflora* Celak; arktisch-subarktisch und oreophyt-eurasisch.	2300 m Wallis (H. Jaccard).	c. 330 m Grönland
Grinnell-Land, Pearyland, Spitzbergen.	= *L. arctica* Blytt; arktisch-subarktisch.	Dovrefjeld.	—
—	V. *appressum* Desv.; ziemlich durchgehend, boreal-arktische Art, doch in der Arktis nicht zirkumpolar, fehlt N. Asiens Küstenländern und der insularen Neoarktis.	3080 m Piz Julier (Jos. Braun).	950 m E. Grönland (N. Hartz).
Heibergland, Grinnell-Land, N. W. Grönland.	Arktisch und oreophyt-asiatische Spezies mit Hauptverbreitung in der höheren Arktis.	—	1320 m E. Grönland (N. Hartz).
N. W. Grönland, Spitzbergen.	Arktisch und oreophyt-altaisch. In der Arktis vorwiegend hocharktisch.	Altai.	1250 m E. Grönland (N. Hartz).
—	Grönländischer Endemismus.	—	—
Grinnell-Land, N. W. Grönland, Pearyland, Spitzbergen.	Arktisch und oreophyt-eurasisch.	3400 m Wallis (H. Jaccard). 3800 m Grivola (Vaccari).	950 m bei c. 70° n. W. Grönland (N. Hartz).
Grant- und Grinnell-Land, N. W. u. N. E. Grönl'd, Spitzbergen, Franz Joseph Land.	Sehr kälteharte und polymorphe Fjeldpflanze, arktisch zirkumpolar und oreophyt-asiatisch.	Felsengebirge bis Colorado; Hochasien. 4300 m China bis c. 28° n.	900 m Ymers Nunatak 77° 24′ n. 1580 m S. E. Grönland (N. Hartz).

Nr.	Art	Höchste Breite n	Nähere Standortsangabe	Sammler oder Autor
71	*Parrya macrocarpa* R. Br. *[=Matthiola nudicaulis* (L.) Trautv.*]*	c. 80°	Spitzbergen: Hecla Hock	Parry (1827
72	*Pedicularis capitata* Adams	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Greely, Hart
73	„ *hirsuta* L.	83° 15′	Pearyland: Hydefjord	A. Lundager
74	„ *lanata* (Willd.) Cham. et Schlecht.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Greely, Hart
75	*Phippsia algida* (Soland.) R. Br.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Hart
76	*Pleuropogon Sabinei* R. Br.	c. 82°	Pearyland: Valmuedalen	Thule Exped.
77	*Poa abbreviata* R. Br.	83° 15′	Pearyland: Hydefjord	A. Lundager
78✶	„ *cenisia* All.	c. 83° 10′	Grantland: Nordküste (ohne näh. Standortsangabe)	Hart
79	„ *glauca* M. Vahl	81° 47′	Pearyland: C. Schmelck	Thule Exped.
80✶	„ *pratensis* L.	c. 80°	Spitzbergen: Treuernbergbucht	Th. Wulff
81✶	*Polygonum viviparum* L.	82° 27′	Grantland: Flöbergküste	Hart
82	*Potentilla emarginata* Pursh.	c. 82°	Pearyland: Valmuedalen	Thule Exped.
83✶	„ *nivea* L.	81° 47′	Pearyland: C. Schmelck	Thule Exped.
84	„ *pulchella* R. Br.	83° 15′	Pearyland: Hydefjord	A. Lundager
85	„ *Vahliana* Lehm.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Hart
86	*Ranunculus nivalis* L.	82° 27′	Grantland: Flöbergküste	Feilden
87⊕	„ *pygmaeus* Wbg.	c. 80°	Spitzbergen: Treurenbergbucht	Th. Wulff
88	„ *Sabinei* R. Br.	82° 28′	Grantland: Dumbbell Bay	Feilden
89	„ *sulphureus* Soland.	c. 82°	Pearyland: Valmuedalen	Thule Exped.
90	*Sagina intermedia* Fenzl.	c. 81°	Pearyland: Heilprinküste	Thule Exped.

Sonstige Verbreitung im Hochnorden N. vom 80° n	Bemerkungen	Höchste Standorte in den a) Südgebirgen	b) Gebirgen d. Arktis
(In neuerer Zeit auf Spitzbgn. nicht mehr gefunden.)	Arktisch-asiatisch und oreophyt-altaisch.	Altai.	—
—	Arktisch-amerikanisch (westl. bis Tschuktschenland, östlich bis W. Grönland).	—	—
Grinnell-Land, N. W. Grönl'd, Spitzbergen.	Ausschliesslich arktisch.	—	1300 m Grönland (N. Hartz).
—	Ausschliesslich arktisch (vorwiegend mesoarktisch).	—	—
E. Grönl'd, Spitzbergen, Franz Joseph Land.	◎ (Vielleicht z. T. auch ausdauernd), ausschliesslich arktisch.	—	900 m am Nordenskiöldberg Spitzbergens (Nathorst).
Franz Joseph Land.	Von beinahe punktförmiger, vorwiegend arktischer Verbreitung; hauptsächlich neoarktisch.	Altai.	—
Grantl'd, Grinnell-Land, N. E. Grönland, Spitzbergen, Franz Joseph Land.	Hocharktische Spezies.	—	—
Grinnell-Land, N. W. Grönl'd, Spitzbergen.	Arktisch und oreophyt-eurasisch.	3200 m Wallis (H. Jaccard). Himalaja.	—
Grinnell-Land, N. E. Grönland.	Arktisch und oreophyt-altaisch.	Felsengebirge, Altai.	c. 1575 m E. Grönland (N. Hartz).
Franz Joseph Land(?).	V. *alpigena* Fr.; durchgehend boreal-arktisches Wiesengras.	2420 m Berninagebiet (E. Rübel).	—
Grinnell-Land, N. W. Grönland, Pearyland, Spitzbergen.	V. *alpina* Wbg., boreal-arktisch und oreophyt-eurasisch. In der Arktis vollständig zirkumpolar; Schneetälchen, Hygrophyte von Alluvialwiesen und Urteli.	3200 m Montblancgebiet (Vaccari).	1250 m E. Grönland (N. Hartz).
Grinnell-Land, N. W. Grönl'd, Spitzbergen, Franz Joseph Land.	Hocharktische Fjeldpflanze von nahezu zirkumpolarer Verbreitung.	—	c. 1600 m Grönland (N. Hartz).
N. W. u. E. Grönland, Spitzbergen.	Fjeldpflanze, arktisch u. oreophyt-eurasisch.	3100 m Wallis (H. Jaccard).	1350 m E. Grönland (N. Hartz).
Heiberg-, Grant-, Grinnell-Land, N. W. Grönland, Spitzbergen.	Fjeldpflanze, ausschliesslich hocharktisch, vorwiegend neoarktisch.	—	—
N. W. Grönland.	Fjeldpflanze, arktisch-amerikanische Spezies.	—	—
Grinnell-Land, N. W. Grönland.	Schneetälchenflora, arktisch-zirkumpolar.	Dovrefjeld.	570 m E. Grönland (N. Hartz).
—	(Vielleicht z. T. ◎) Schneetälchenflora; arktisch-alpin, in der Arktis zirkumpolar.	Felsengebirge, 2600 m Val Zeznina (Ed. Fischer). 3000 m Venedigergruppe.	1350 m Grönland (Kornerup).
Grinnell-Land.	Arktisch-amerikanisch.	Felsengebirge.	—
Grinnell-Land, Franz Joseph Land.	Arktisch und oreophyt-asiatisch.	Felsengebirge, Altai.	—
—	Arktisch-subarktisch.	—	—

Nr.	Art	Höchste Breite n	Nähere Standortsangabe	Sammler oder Autor
91	*Salix arctica* Pall.	**83° 15′**	Pearyland: Hydefjord	A. Lundager
92	„ *polaris* Wbg.	c. 80°	Spitzbergen: Treurenbergbucht	G. Andersson
93✶	*Saxifraga aizoides* L.	c. 80°	Spitzbergen: Lommebay	G. Andersson
94✶	„ *cernua* L.	c. 82°	Pearyland: Valmuedalen	Thule Exped.
95+	„ *decipiens* Ehr.	82° 27′	Grantland: Flöbergküste	Hart
96	„ *flagellaris* Willd.	82° 27′	Grantland: Flöbergküste	Hart
97⊕	„ *hieracifolia* Waldst. et Kit.	c. 80°	Spitzbergen: Treurenbergbucht, Hecla Cove	Nathorst. G. Andersson
98✶	„ *Hirculus* L.	c. 80°	Spitzbergen: Wahlenbergbucht	Malmgren
99+	„ *nivalis* L.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Hart. Greely
100✶	„ *oppositifolia* L.	**83° 24′**	Pearyland: Lockwood-Insel	Lockwood
101	„ *rivularis* L.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Hart
102✶	„ *stellaris* L.	81° 50′	Grinnell-Land: Shift Rudder Bay	H. G. Simmons
103	„ *tricuspidata* Rottb.	82° 27′	Grantland: Flöbergküste	Hart
104✶	*Silene acaulis* L.	c. 82°	Pearyland: Valmuedalen	Thule Exped.
105	*Statice sibirica* Turcz.	c. 82°	Pearyland: Valmuedalen	Thule Exped.

Sonstige Verbreitung im Hochnorden N. vom 80° n	Bemerkungen	Höchste Standorte in den a) Südgebirgen	b) Gebirgen d. Arktis
Grant-, Grinnell-Land, N. W. u. N. E. Grönland.	V. *Brownii* Anderss. und v. *groenlandica* And., nahezu zirkumpolar-arktisch und oreophyt-altaisch.	Felsengebirge, Altai.	1575 m E. Grönland (N. Hartz).
—	Arktisch mit Hauptverbreitung im arktischen Eurasien.	—	—
Franz Joseph Land (?).	Charakterpflanze der Quellfluren und der nassen Fjeldformation. Arktisch- (fehlt Alaska und N. Asien) alpin.	2950 m Piz da Strels (J. Braun). 3030 m Mte. Rosa (Schlagintweit). Felsengebirge.	500 m Grönland (Sylow).
Grinnell-Land, N. E. Grönl'd, Spitzbergen, Franz Joseph Land.	Zirkumpolare Pionierpflanze der feuchten Fjeldformation, arktisch und oreophyt-eurasisches Element.	4000m Mt.Lincoln, Colorado. 5600 m Westtibet (bei c. 32° n).	1350 m S. Grönland (P. Dusén).
Pearyl'd, Grinnell-Land, N.W. Grönland, Spitzbergen, Franz Joseph Land.	ssp. *groenlandica* (L.) Engl. und v. *caespitosa* (L.) Engl. Zirkumpolare Pionierpflanze der offenen Fjeldformation, Arktisch-subarktisches Element.	Fehlt den Alpen, aber als Glazialrelikt in der Hercyna. Felsengebirge bis Colorado.	1580 m E. Grönland (N. Hartz). 1420 m W.Grönl. sub 71° n (Rink).
Pearyl'd, Grinnell-Land, N.W. Grönland, Spitzbergen.	Pionierpflanze der Fjeldformation, arktisch und oreophytisch-asiatisch.	5800 m Himalaja (Schlagintweit). 4100 m Colorado.	570 m noch bei 81° 43′ n.
—	Boreal-arktisch (nahezu zirkumpolar) und ostalpin-altaisch.	2400 m E. Steiermark, Karpathen (Engler).	—
—	V. *typica* Hook. und v. *subdioica* Hook. Charakterpflanze der Moosmoore und der nassen Fazies der Fjeldformation, nahezu zirkumpolar-arktisch und voralpin-asiatisch.	3960 m Ararat (Radde). 5600 m Himalaja.	—
Pearyland, N. W. Grönland, Heibergland, Spitzbergen, Franz Joseph Land.	V. *tenuis* Wbg. zirkumpolar-arktische Fjeldpflanze.	Riesengebirge (Glazialrelikt). 3500 m S. Francisco Mts.	1600 m E. Grönland (N. Hartz).
Grant-, Grinnell-Land, Heibergland, N. W. u. E. Grönland, Spitzbergen, Franz Joseph Land.	Typisch zirkumpolare Pionierpflanze der Fjeldformation. Arktisch-alpines Element.	3540 m Triftjoch (Wallis).	1600 m E. Grönland (N. Hartz).
Spitzbergen. Franz Joseph Land (?).	Flora des schmelzenden Schnees, zirkumpolar-arktisch.	Felsengebirge.	1300 m Grönland.
Spitzbergen.	ssp. *comosa* Retz; zirkumpolar-arktisch und oreophyt-eurasisch; Moosmoore, Quellfluren.	2970 m Piz Combio (J. Braun). 3030 m Mte. Rosa (Schlagintweit).	c. 800 m Grönland.
Grinnell-Land.	Xerophytische Fjeldpflanze, arktisch-amerikanisch.	N. Felsengebirge.	—
Grinnell-Land, N. E. Grönl'd. Spitzbergen, Franz Joseph Land.	Winterharte Charakterpflanze der trockenen Fjeldformation, Pionierrasenbildner; arktisch-alpin, fehlt N. Asien.	3680 m Lyskamm. Felsengebirge bis 52° n.	1600 m E. Grönland (N. Hartz).
—	Strandpflanze; gehört dem Formenkreis von *St. maritima* Mill. an, wohl nur Abart. Arktisch-subarktisch; Typus boreal.	—	—

Nr.	Art	Höchste Breite n	Nähere Standortsangabe	Sammler oder Autor
106	*Stellaria longipes* Goldie	c. 83° 15′	Pearyland: Hydefjord	A. Lundager
107	„ *humifusa* Rottb.	c. 80°	Spitzbergen: Wijdebucht	G. Andersson
108	*Taraxacum hyparcticum* Dahlst.	81° 43′	Grinnell-Land: Discovery Hafen	Hart, Feilden
109	„ *phymatocarpum* J. Vahl	c. 82°	Pearyland: Valmuedalen	Thule Exped.
110	„ *pumilum* Dahlst.	82° 28′	Grantland: Dumbell Bay	Feilden
111✶	*Trisetum spicatum* (L.) P. Richt.	81° 47′	Pearyland: C. Schmelck	Thule Exped.
112✶	*Woodsia glabella* R. Br.	81° 47′	Pearyland: C. Schmelck	Thule Exped.

[1]) Die in dieser Liste aufgenommenen Pflanzen Spitzbergens sind alle für die Nordküste dieser Inselgruppe nachgewiesen und mit c. 80° in der Tabelle eingesetzt; eine genauere Angabe war unzulässig, da die Sammler meistens nur allgemeine Fjordbezeichnungen angeben. Alle diese Fundstellen gehören der Breitenlage von 79° 30′—80° 10′ n an; wenn diese Arten mithin nicht sicher den 80° n erreichen, so kommen sie demselben jedenfalls recht nahe.

Der Arbeit wurde hauptsächlich folgende Literatur zugrunde gelegt:

I. ***Das ganze Gebiet umfassend:*** 1. **C. H. Ostenfeld,** *Flora arctica,* part. I (Gefässkryptogamen und Monokotyledonen) part. I. Kopenhagen, Nordiske Forlag (1902).

II. ***Ellesmereland*** s. l. — 2. **H. G. Simmons,** *The vascular plants in the flora of Ellesmereland.* — Report of the second norwegian arctic Expedition in the „Fram" 1898—1902, Kristiania (1906). 197 S. und 10 Tab.

3. **H. G. Simmons,** *A survey of the phytogeography of the Arctic American Archipelago,* Lunds Universitets Arsskrift N. F. Afd. 2 N. 19 (1913). 180 S. und 2 Karten.

III. ***Nord. Grönland und Pearyland.*** 4. **H. G. Simmons,** *A revised list of the flowering plants and ferns of North Western Greenland.* Report of the second norwegian arctic Expedition in the „Fram" 1898—1902, N. 16, Kristiania (1909), 110 S.

5. **C. H. Ostenfeld** und **Andr. Lundager,** *List of vascular plants from North-East-Greenland N. of 76° n.* — Danmark-Expeditionen til Grönlands Nordöst-Kyst 1906—08, Bd. III N. 1 in Meddelelser om Grönland Bd. XLIII (1910), 32 S. und 6 Tab.

Sonstige Verbreitung im Hochnorden N. vom 80° n	Bemerkungen	Höchste Standorte in den a) Südgebirgen	b) Gebirgen d. Arktis
Grinnell-Land, Grantland, N. E. Grönland, Spitzbergen, Franz Joseph Land.	V. *humilis* Fenzl., zirkumpolar-arktisch und oreophyt-altaisch.	2740 m Felsengebirge bis Colorado.	800 m E. Grönland (N. Hartz).
—	Strandpflanze, Bestandteil der Strandflora, zirkumpolar-arktisch.	—	—
—	Arktisches Element (arktisch-amerikanisch?).	—	—
N. E. Grönland, Spitzbergen.	Arktisches Element.	—	—
Grinnell-Land.	Arktisch-amerikanisch.	—	—
Grinnell-Land.	Bestandteil der offenen, trockenen Fjeldformation, nahezu zirkumpolar-arktisch und oreophytalpin-altaisch.	Anden, Altai. 3240 m Piz Ott (J. Braun). 3800 m Grivola (Vaccari).	1250 m S. Grönland (N. Hartz).
—	V. *arctica* nov. var. sehr zarter Zwergfarn, Felspflanze, arktisch (hauptsächlich neoarktisch) und oreophytalpin-altaisch.	Nur Dolomiten bei c. 2000 m und bei Kandersteg 1350 m (Fr. v. Tavel).	300 m Hayessundregion (Hart).

[2]) Da die arktischen Arten der Gattung *Alsine* noch nicht nach der neueren Nomenklatur dem Genus *Minuartia* zugeteilt worden sind, hat der Verfasser vorgezogen, dieselbe in dieser Liste noch unter der alten generischen Bezeichnung *Alsine* aufzuführen.

[3]) Zweifelhafte Angabe. Der nächste, sicher belegte Standort findet sich in West-Grönland unter kaum 70° n. Demnach wäre *C. gynocrates* Wormskj. von unserer Liste zu streichen. Nach **M. Fries** erreicht dagegen *C. lagopina* Wbg. auf N.-Spitzbergen nahezu den 80° n.

6. **C. H. Ostenfeld,** *Plants collected during the first Thule Expedition to northernmost Greenland.* — Meddelelser om Grönland, vol. LI (1915), S. 373—381.

IV. ***Spitzbergen.*** — 7. **O. Ekstam,** Beiträge zur Kenntnis der Gefässpflanzen Spitzbergens. — Tromsö Museums Aarshefter 20 (1898), S. 67—71.

8. **G. Andersson** und **H. Hesselman,** *Bidrag till kännedomen om Spetzbergens och Beeren Eilands Kärlväxtflora* mit 4 Tafeln und 29 Textfiguren. Bd. III (1900). Meddelanden från Stockholms Högskolas Botaniska Institut. S. 1—88.

9. **Thorild Wulff,** Botanische Beobachtungen aus Spitzbergen. — Lund (1902), 105 S. und 3 Tafeln.

V. ***Franz Joseph Land.*** — 10. **J. Payer,** Die österreichisch-ungarische Nordpol-Expedition in den Jahren 1872—74. Wien, A. Hölder, 1876.

11. **Fr. G. Jackson,** *Three jears exploration in Franz Josef Land.* Flora by *Haary Fisher.* — The geographical journal, vol. XI. N. 2 (1898), S. 113—138.

Nach der derzeitigen Kenntnis der Flora des höchsten Nordens zählt dieselbe mithin 112 Gefässpflanzen. Es ist immerhin nicht ausgeschlossen, dass bei der weiteren Durchforschung dieser Länder die Liste noch um einige weitere Arten bereichert wird. Die Feststellung der letzten Pioniere höheren Pflanzenlebens der Hocharktis bietet übrigens mancherlei Schwierigkeiten. Viele Arten treten an ihrer Polargrenze in einander oft recht ähnlichen Kümmerformen auf, vielfach trifft man diese Pflanzen nur in vegetativen Trieben, weil sie einzig in ausnahmsweise günstigen Jahren zur Blüte gelangen. So hat H. C. Ostenfeld nachgewiesen, dass die von mehreren Autoren nördlich vom 80° n angegebene *Poa alpina* L. tatsächlich *Poa cenisia* All. ist. Grosse Strecken dieser hochnordischen Länder sind noch von keines Menschen Fuss betreten. Ferner hängt das jeweilige Ergebnis der botanischen Durchforschung sehr erheblich von der Jahreszeit ab, in der das Polarland besucht worden ist, aber auch von der botanischen Schulung des mit dem Einsammeln von Pflanzen betrauten Expeditionsmitgliedes, das nur selten ein Botaniker von Fach war.

Ganz abgesehen von diesen Einwendungen, fällt die verhältnismässig sehr reiche Flora der Hocharktis auf. Bis zum letzten Stück festen Landes werden Blütenpflanzen angetroffen. Diese Tatsache ist um so beachtenswerter, als einerseits auf dem antarktischen Kontinent keine einzige Blütenpflanze vorkommt und anderseits sowohl in unseren Alpen als auch in anderen Hochgebirgen die Gefässpflanzen mehrere hundert Meter unter den höchsten Erhebungen zurückbleiben. Nach C. Schröter überschreiten nur acht Blütenpflanzen 4000 m Meereshöhe. Am höchsten geht der unserer Liste nicht mehr angehörende *Ranunculus glacialis* L., der am Finsteraarhorn noch bei 4275 m angetroffen worden ist; das sind immerhin 535 m unter dem Kulminationspunkt des höchsten Alpengipfels (Mont Blanc 4810 m). Die oberste Grenze der Blütenpflanzen (*Saussurea tridactyla* Hook. f.) liegt bei 5800 m in Westtibet. Da der Himalaja im Mt. Everest (Gaurisankar) eine Meereshöhe von 8840 m erreicht, erhebt sich das Gebirge noch volle 3040 m über der letzten Blütenpflanze.

Es sei nun noch der Versuch gemacht, die hocharktische Flora nach einigen statistischen, systematischen, ökologischen und phytogeographischen Gesichtspunkten, sowie nach ihrem Verhalten zur Alpenflora zu klassifizieren.

I. Statistische Ergebnisse.

a) Familienzugehörigkeit der Arten. Die 112 hocharktischen Gefässpflanzen verteilen sich auf 20 Familien. An

erster Stelle stehen die Gräser mit 20 Arten (= 17.9 %). Es folgen:

Cruciferen . . .	14 Arten	Compositen . . .	6 Arten
Caryophyllaceen .	13 „	Juncaceen	5 „
Cyperaceen . . .	12 „	Ranunculaceen . .	4 „
Saxifragaceen . .	11 „	Scrophulariaceen .	3 „
Pteridophyten . .	6 „	Polygonaceen . .	3 „
Rosaceen	6 „	Salicaceen	2 „

sowie sieben Familien mit je einer Art: *Papaveraceen, Onagrariaceen, Plumbaginaceen, Diapensiaceen, Primulaceen, Ericaceen* und *Campanulaceen.*

b) Gattungszugehörigkeit der Arten. Mit 11 Spezies ist die Gattung *Saxifraga* (10 %) das artenreichste Genus. Es folgt die Gattung *Carex* mit 9 Arten.

Je 4 Arten zählen 5 Gattungen: *Poa, Alsine, Draba, Ranunculus* und *Potentilla.*

Drei Arten besitzen 6 Gattungen: *Equisetum, Glyceria, Luzula, Melandrium, Pedicularis* und *Taraxacum.*

2 Arten haben 10 Gattungen: *Arabis, Cardamine, Cerastium, Dryas, Erigeron, Eriophorum, Festuca, Juncus, Salix* und *Stellaria.*

Und nur eine Art besitzen die folgenden 34 Genera: *Agropyrum, Deschampsia, Alopecurus, Androsace, Arctagrostis, Arctophila, Arnica, Braya, Campanula, Cassiope, Catabrosa, Cochlearia, Cystopteris, Diapensia, Dupontia, Elyna, Epilobium, Eutrema, Hesperis, Hierochloë, Koenigia, Lesquerella, Lycopodium, Oxyria, Papaver, Parrya, Phippsia, Pleuropogon, Polygonum, Sagina, Silene, Statice, Trisetum* und *Woodsia.*

II. Systematische Ergebnisse.

Nur eine beschränkte Anzahl von Arten dringt von der Baumgrenze ziemlich unverändert bis zu den höchsten Breiten vor. Dies gilt z. B. für *Alopecurus alpinus, Arnica alpina, Braya purpurascens, Campanula uniflora, Carex nardina, Diapensia lapponica, Eriophorum Scheuchzeri, Oxyria digyna* usw. Mit zunehmender Breitenlage erfährt die Grosszahl der Spezies eine mehr oder weniger weitgehende Umformung, wie Stauung der Internodien, Verkleinerung der Blattflächen, die Spreiten werden rundlicher, die Blätter legen sich mehr und mehr dachziegelartig der Achse an, der Wuchs wird spalier-, rasen- oder polsterartig (f. *compacta,* v. *caespitosa,* v. *pulvinata,* v. *appressum* usw.). Dazu gesellt sich öfters eine Verkümmerung der Blütensphäre, starke

Betonung der vegetativen Vermehrung durch Ableger, Bulbillen usw. Auf diese Weise entstehen im hohen Norden eine grosse Zahl, einander oft recht ähnlichen hocharktischen Abänderungen. Einzelne derselben finden sich auch in südlicheren Breiten der Arktis oder in der borealen Region, sei es in den Gebirgen, sei es in edaphisch oder klimatisch (Aussenküsten) besonders ungünstigen Lagen.

III. Ökologische Ergebnisse.

1. Die Liste umfasst noch 4 Therophyten. Es sind *Königia islandica* und *Ranunculus pygmaeus*, die gerade noch auf Spitzbergen den 80° n erreichen, ferner *Phippsia algida*, welche in Grinnell-Land noch bei 81° 43′ nachgewiesen ist. Am weitesten nach Norden geht *Androsace septentrionalis* (81° 45′ n).

2. Holzpflanzen, meist als Spaliersträucher ausgebildet sind noch 6 Arten vorhanden, nämlich:

Salix polaris L., geht bis c. 80° n
Diapensia lapponica L., bis 81° 43′ n
Dryas octopetala L. v. *minor* Hook. bis 81° 47′ n
Cassiope tetragona L. bis c. 82° n
Salix arctica Pall. bis 83° 15′ n
Dryas integrifolia M. Vahl sogar bis 83° 24′ n.

3. Auffallend gross ist die Zahl der Sumpfpflanzen. 52 Arten (46,5%) gehören entweder ausschliesslich oder doch ± vorwiegend den Sumpfformationen an: Gras- und Moosmoore, nasse Fazies der Fjeldformation, Schneetälchenflora, feuchter Strand, Teichflora, Hygrophyten von Alluvialwiesen. Dass dieser Typus der hochalpinen Flora nahezu ganz fehlt, ist offenbar in den total verschiedenen topographischen Verhältnissen der beiden Gebiete begründet. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass in den Alpen viele Sumpfpflanzen keine obere klimatische, sondern nur eine orographische Grenze haben.

4. Synökologische Aufnahmen, solche liegen aus den höchsten Breiten leider keine vor. Aus der vorliegenden Artenliste heben sich aber deutlich drei Formationen ab: die Fjeldformation in einer trockenen und in einer nassen Fazies. Es ist offenbar die vorherrschende Formatien des Hochnordens. Ihr wenig nachstehend folgt die Sumpfmark, hauptsächlich als Grasmoore, z. T. auch noch in dürftigen Moosmooren entwickelt. Mit *Lycopodium Selago*, *Königia islandica*, *Saxifraga rivularis*, *Ranunculus pygmaeus* usw. hebt sich auch die Schneetälchenflora deutlich ab.

Endlich sind auch noch dürftige Reste der arktischen Zwergstrauchheide und der Urteli (Mattenformation) erkennbar. In ersterer Vergesellschaftung bilden die Holzpflanzen den Grundstock; dazu gesellen sich noch einige humikole Begleitpflanzen (*Arnica alpina*). Für das gelegentliche Auftreten kleiner Urtelikolonien sprechen das Vorhandensein von *Erigeron uniflorus*, die drei *Taraxacum*, *Equisetum arvense*, *Festuca ovina*, *F. rubra*, *Poa cenisia*, *Potentilla emarginata*, *Ranunculus nivalis*, *Trisetum spicatum* usw. Die Strandflora besitzt besonders in den *Glycerien* einige spezifisch arktische Elemente.

IV. Phytogeographische Ergebnisse.

1. 20 Arten erreichen knapp den 80° n. Diese Gruppe gehört nahezu ausschliesslich Spitzbergen an. Es sind Arten von etwas höheren Wärmeansprüchen, die einzig auf dieser noch unter dem Einfluss des warmen Golfstromes stehenden, hochnordischen Inselgruppe eine so hohe Breite zu erreichen vermögen.

2. Nördlich vom 83° n, d. h. an der Nordküste von Grant- und Pearyland, sind noch 12 Blütenpflanzen nachgewiesen (10,7 %). Es sind:

Alopecurus alpinus Sm.
**Cerastium alpinum* L.
Dryas integrifolia M. Vahl
Glyceria angustata (R. Br.) Th. Fr.
Papaver radicatum Rottb.
Pedicularis hirsuta L.
Poa abbreviata R. Br.
* „ *cenisia* All.
Potentilla pulchella R. Br.
Salix arctica Pall.
**Saxifraga oppositifolia* L.
Stellaria longipes Goldie.

Davon gehören nur die drei mit einem Stern (*) bezeichneten Arten auch der Alpenflora an, doch keine derselben erreicht eine Meereshöhe von 4000 m; *Cerastium alpinum* macht Halt bei 2860 m, *Poa cenisia* bei 3200 m und *Saxifraga oppositifolia* am Triftjoch im Wallis bei 3540 m. Von den 8 Blütenpflanzen, die in unseren Alpen über 4000 m ansteigen, findet sich einzig *Ranunculus glacialis* L. auch in der Arktis. Der nördlichst bekannte Standort dieser Art ist Stans Vorland (Spitzbergen), mithin etwa 77° 30′ n.

3. Das Massenzentrum der hochnordischen Flora liegt im östlichen Grinnell-Land, etwa in der Gegend des Discovery Hafens (81° 43′ n). In dieser Gegend treten nicht weniger als 76 Arten (c. 68 %) auf; 33 Spezies (29,5 %) haben hier ihre absolute Polargrenze. Ein noch grösseres Gewicht erhält jedoch dieser Bezirk, wenn wir ihn auf das benachbarte N. W. Grönland und das

südliche Pearyland erweitern, d. h. auf das Gebiet zwischen 81—82° n und 35—70° w. Gr. — 89 Arten (79,5 %) unserer Liste finden sich innerhalb dieses Erdenraumes und 58° (51,7 %) finden in demselben den nördlichsten Punkt ihres Verbreitungsareals. Die Karte lehrt nun aber, dass dieser Bezirk mit dem grössten Komplex festen Landes nördlich von 80° n zusammenfällt, d. h. das Gebiet mit dem am stärksten ausgesprochenen kontinentalen Klima hat die reichste Flora, ein Ergebnis, das für die Flora der Polarländer auch durch andere Tatsachen längst bekannt, hierdurch jedoch eine neue Bestätigung erfährt. An dieser Stelle sei nur auf den zunehmenden Reichtum der Fjordflora von der Küstenregion gegen das Innere des Landes verwiesen, sowie auf die längst bekannte Tatsache, dass von den 123 Blütenpflanzen Spitzbergens volle 113 Arten dem inneren Teil des zentral gelegenen Eisfjordes angehören.

Werden die 20, gerade den 80° n etwa noch erreichenden Gefässpflanzen aber nicht berücksichtigt, so bekommt das umschriebene Massenzentrum der hocharktischen Flora noch mehr Gewicht. Es enthält alsdann rund 82,5 % aller Arten und 63 % derselben erreichen in ihm ihre absolute Nordgrenze. Verweisen wir endlich noch darauf, dass ferner sämtliche 12 den 83° n überschreitenden Blütenpflanzen auf Grant- und Pearyland, d. h. in nächster Nachbarschaft des Massenzentrums der hochnordischen Flora auftreten, somit gewissermassen auch noch als Ausstrahlungen dieses Massenzentrums aufzufassen sind.

4. Unter verschiedenen Längegraden zeigt die hocharktische Flora recht erhebliche Bestandesunterschiede. Von einer auch nur annähernd zirkumpolaren Verbreitung der arktischen Flora über alle Polarländer kann keine Rede sein. Dies gilt nicht nur für die Hocharktis, sondern auch für Meso- und Subarktis. Überall sind die zirkumpolaren Elemente entschieden in der Minderzahl. Folgende Zusammenstellung gibt über diese Verhältnisse Aufschluss.

a) Zirkumpolar-hocharktisch, d. h. in allen vier hocharktischen Landkomplexen (Grinnell–Grantland, Nord Grönland–Pearyland, Spitzbergen, Franz Joseph Land) sind nur 14 Arten (12,5 %) verbreitet, nämlich: *Alopecurus alpinus*, *Cardamine bellidifolia*, *Cerastium alpinum*, *Draba alpina*, *D. fladnizensis*, *Papaver radicatum*, *Phippsia algida*, *Poa abbreviata*, *Potentilla emarginata*, *Saxifraga cernua*, *S. flagellaris*, *S. nivalis*, *Silene acaulis* und *Stellaria longipes*.

b) Entsprechend der isolierten Lage hat Franz Joseph Land die ärmste Flora, doch muss hervorgehoben werden, dass diese

Inselgruppe noch am wenigsten durchforscht ist und daher hier am ehesten Neuentdeckungen zu erwarten sind.

c) Nordspitzbergen zählt 70 (62,5 %) hocharktische Pflanzen, davon dringen 20 (c. 18 %) nur auf dieser Inselgruppe bis zum 80° n vor.

d) Ausschliesslich arktisch-subarktische Elemente, mithin etwa mit Ausnahme des Felsengebirges in den Südgebirgen fehlend, sind 32 Spezies (c. 29 %):

Alopecurus alpinus Sm.
Alsine rubella (Wbg.) Lge.
Arctophila fulva (Trin.) Rupr.
Arnica alpina (L.) Oliv.
Braya purpurascens (R. Br.) Bge.
Campanula uniflora L.
Carex aquatilis Wbg. v. *stans*
„ *nardina* Fr.
„ *subspathacea* Wormskj.
Cassiope tetragona (L.) D. Don.
Catabrosa concinna Th. Fr.
Cerastium Edmondstoni (Wats.) Murr. et Ostenf. (vorwiegend asiatisch)
Cochlearia groenlandica L.
Dupontia Fisheri R. Br.
Glyceria angustata (R. Br.) Th. Fr.
„ *Vahliana* (Liebm.) Th. Fr.
Glyceria vilfoidea (Anders.) Th. Fr.
Luzula arcuata Wbg.
L. nivalis (Laest.) Beurl.
Pedicularis hirsuta L.
„ *lanata* (Willd.) Cham. et Schlecht.
Phippsia algida (Soland.) R. Br.
Poa abbreviata R. Br.
Potentilla emarginata Pursh.
„ *pulchella* R. Br.
Ranunculus nivalis L.
Sagina intermedia Fenzl.
Salix polaris Wbg.
Saxifraga rivularis L.
Statice sibirica Turz.
Stellaria humifusa Rottb.
Taraxacum phymatocarpum Dahlst.

e) Amerikanische Elemente der Hocharktis sind:

Agropyrum violaceum (Horn.) Lge. [vorwiegend]
Alsine Rosii (R. Br.) Fenzl [vorwiegend]
Arabis arenicola (Richards) Gelert.
Carex gynocrates Wormskj. [vorwiegend]
Draba subcapitata H. G. Simm.
Dryas integrifolia M. Vahl
Erigeron compositus Pursh
Hesperis Pallasii (Pursh) Torr. et Gray [vorwiegend]
Lesquerella arctica (Wormskj) S. Wats.
Melandrium triflorum (R. Br.) J. Vahl [nur Grönland]
Pedicularis capitata Adams
Potentilla Vahliana Lehm.
Ranunculus Sabinei R. Br.
Saxifraga tricuspidata Rottb.
Taraxacum hyparcticum J. Vahl
„ *pumilum* Dahlst.

Es sind 16 Spezies (14,3 %). Die Gruppen d) und e) bilden in ihrer Gesamtheit das eigentlich arktische Element der hochnordischen Flora. Arktisch ist dabei in geographischem Sinne aufzufassen. Mit 48 Arten umfasst dasselbe mithin 43,75 % der Gesamtflora.

f) Als arktisch und oreophyt-eurasische Elemente sind zu bezeichnen alle diejenigen Arten, die ausser in der Arktis auch noch in den Alpen und in den asiatischen Hochgebirgen, südlich in der Regel bis zum Himalajasystem auftreten. Mit 23 Arten umfasst diese Gruppe c. 20 % der Gesamtliste.

Alsine biflora (L.) Wbg.
„ *verna* (L.) Wbg.
Androsace septentrionalis L.
Carex atrofusca Schkuhr
„ *incurva* Lightf.
„ *rupestris* Bell.
Deschampsia caespitosa (L.) Pall.
Draba fladnizensis Wulf.
Dryas octopetala L.
Elyna myosuroides (Vill.) Fritsch.
Equisetum variegatum Schleich.
Erigeron uniflorus L.
Juncus triglumis L.
Luzula multiflora (Ehrh.) Lej.
Oxyria digyna (L.) Hill.
Poa cenisia All.
Polygonum viviparum L.
Potentilla nivea L.
Saxifraga cernua L.
„ *Hirculus* L.
„ *stellaris* L.
Trisetum spicatum (L.) P. Richt.
Woodsia glabella R. Br.

g) Zur arktisch-oreophyt-asiatischen Gruppe gehören 10 Arten (9 %), die mithin ausser den Polarländern die asiatischen Hochgebirge bewohnen, den Alpen aber fehlen. Es sind:

Cardamine bellidifolia L.
Diapensia lapponica L.
Draba alpina L.
Epilobium latifolium L.
Juncus biglumis L.
Königia islandica L.
Melandrium affine J. Vahl
Paparer radicatum Rottb.
Ranunculus sulphureus Soland.
Saxifraga flagellaris Willd.

h) Als arktisch-altaisches Element bezeichne ich diejenigen Arten, die ausser in der Arktis (und z. T. im Felsengebirge) nur noch in den nördlich asiatischen Hochgebirgen, des erweiterten Altaisystems (Tientschan, Sajan, Altai, Jablonoi- und Stanovoigebirge) vorkommen, den Alpen und dem Himalaja s. l. aber fehlen. Diese Gruppe umfasst folgende 10 Arten (c. 9 %):

Arctagrostis latifolia (R.Br.) Griseb.
Draba arctica J. Vahl
Eutrema Edwardsii R. Br.
Hierochloë alpina (Lijebl.) R. et S.
Melandrium apetalum (L.) Fenzl.
Parrya macrocarpa R. Br.
Pleuropogon Sabinei R. Br.
Poa glauca M. Vahl
Salix arctica Pall.
Stellaria longipes Goldie.

IV. Über die Beziehungen der hocharktischen zur Alpenflora.

Von den 112 Arten der Hocharktis gehören 41 auch den Alpen an (= 36,6 %).

Wir wollen die systematischen und pflanzengeographischen Beziehungen auseinander halten:

A. Systematische Beziehungen.

a) Vollständig identische Arten: z. B. *Arabis alpina* L., *Carex incurva* Lightf., *C. rupestris* Bell., *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Dryas octopetala* L., *Elyna myosuroides* (Vill.) Fritsch, *Eriophorum Scheuchzeri* Hoppe, *Polygonum viviparum* L., *Silene acaulis* L., *Trisetum spicatum* (L.) P. Richt. usw.

b) Boreale Arten, in der Arktis und in den Alpen in gleichen Varietäten auftretend:

Equisetum arvense L. v. *alpestre* Wbg.
Lycopodium Selago L. v. *appressum* Desv.

c) Differente Abänderungen derselben Art:

	a) in der Arktis	b) in den Alpen
Cardamine pratensis L.	ssp. *angustifolia* Hook.	v. *Haynеana* (Welw.) Schur.
Deschampsia caespitosa (L.) Pal.	v. *arctica* (Trin.) G. H. Simm.	v. *alpina* Rchb.
Festuca ovina L.	v. *brevifolia* R. Br.	ssp. *supina* (Schur.) Hackel.
Festuca rubra L.	v. *arenaria* Osb.	v. *fallax* Hackel subv. *alpestris* (Wulf.) Hackel.
Saxifraga stellaris L.	v. *comosa* Retz.	v. *vulgaris* Ser.

d) Vikarisierende Arten:

Arktis	Alpen
Cardamine bellidifolia L.	*C. alpina* Willd.
Carex gynocrates Wormskj.	*C. dioica* L.
C. misandra (R. Br.) O. F. Lg.	*C. frigida* All.
Cochlearia groenlandica L.	*C. officinalis* L.

B. Pflanzengeographische Beziehungen.

α) In horizontaler Richtung.

1. Durchgehende Arten, d. h. Pflanzen, die durchgehend von den Alpen bis in die Arktis verbreitet sind (9):

Cardamine pratensis L.
Cystopteris fragilis (L.) Bernh.
Deschampsia caespitosa (L.) Pall.
Equisetum arvense L.
Eriophorum angustifolium Roth.
Festuca ovina L.
Festuca rubra L.
Lycopodium Selago L.
Poa pratensis L.

2. Arktisch-alpine Arten.

*) **Spezifisch arktisch-alpin, in den Alpen allgemein verbreitet** (5):

Arabis alpina L.
Eriophorum Scheuchzeri Hoppe
Saxifraga aizoides L.
„ *oppositifolia* L.
Silene acaulis L.

) **In den Alpen sehr lokal, z. T. nur ostalpin (!). Die in Kursivschrift gesetzten Arten auch noch in andern eurasischen Gebirgen (12):

Alsine biflora (L.) Wbg.
Carex atrofusca Schkuhr
„ fuliginosa Schkuhr
„ *rigida* Good.
Equisetum scirpoides Michx.!
Juncus triglumis L.!
Potentilla nivea L.
Ranunculus pygmaeus Wbg.!
Saxifraga cernua L.
„ *hieracifolia* Waldst. et Kit.
„ *Hirculus* L. (voralpin)
Woodsia glabella R. Br.

3. Arktisch-alpin und oreophyt-eurasische Arten. Siehe sub III f. = 23 Arten, davon sind 8 Spezies bereits unter die Rubriken IV 1 und 2**) aufgeführt, Rest (15).

4. Hocharktische Arten, die den Alpen fehlen, aber in den deutschen Mittelgebirgen (Hercyna) in Reliktstationen auftreten. Hieher nur:

Saxifraga decipiens Ehrh. und *S. nivalis* L.

β) In vertikaler Richtung.

Ein Parallelismus arktisch-alpiner Arten (s. l.) in dem Sinn, dass die in den Alpen am höchsten ansteigenden Spezies auch in der Arktis die höchsten Breiten erreichen, gibt es nicht. Vielmehr verhalten sich die einzelnen Arten sehr verschieden. Dieses verschiedene Verhalten derselben Pflanze in ihrem Vordringen in den Südgebirgen einerseits, in der Hocharktis anderseits, kann zwei Ursachen haben: a) die noch nicht abgeschlossene Einwanderung. b) die Unterschiede im klimatischen Gesamtfazit der beiden Gebiete. Vieles spricht dafür, dass der letztere Faktor von entscheidenderer Bedeutung ist. Als Beispiele seien einander gegenübergestellt:

	Arktis		Alpen
	Breitenlage	Höhengrenze in Grönland	Höhengrenze
Arabis alpina L.	**80° n**	1250 m	3200 m
Cardamine pratensis L. . . .	81° 43′ n	250 „	c. **1800** „
Androsace septentrionalis L. . .	„	— „	2200 „
Equisetum arvense L.	„	1260 „	2500 „
Carex incurva Lightf.	„	— „	2600 „
Deschampsia caespitosa (L.) Pall.	„	— „	2790 „
Lycopodium Selago L.	„	950 „	3080 „
Elyna myosuroides (Vill.) Fritsch	„	700 „	3300 „
Erigeron uniflorus L.	„	1250 „	3750 „
Cystopteris fragilis (L.) Bernh. .	81° 47′ n	1200 „	2930 „
Dryas octopetala L.	„	—	2800 „
Eriophorum angustifolium Roth. .	82° 27′ n	800 „	2550 „
Festuca ovina L.	„	950 „	2750 „
Oxyria digyna (L.) Hill. . . .	„	950 „	**3800** „
Cerastium alpinum L.	**83° 24′ n**	**1600** „	2860 „

Aus dem pharmakologischen Institut in Zürich.

Zur Theorie der Narkose.

Von

M. Cloetta.

(Als Manuskript eingegangen am 28. Februar 1917.)

Abgesehen von der grossen, praktischen Bedeutung bietet die Narkose auch biologisch ein besonderes Interesse. Dieses Interesse ist bedingt durch das Kommen und Gehen einer der schwersten Funktionsstörungen des tierischen Körpers. Denn wenn wir beobachten, wie durch ein passendes Narkotikum innerhalb kurzer Zeit ein normales Individuum in einen Zustand versetzt werden kann, in welchem Intelligenz, Willen, motorische Leitung, Sensibilität, Reflexe aufgehoben sind, in welchem also Grosshirn und Rückenmark die Funktion komplett eingestellt haben, und wenn wir dann anderseits die relativ rasche Erholung des betr. Individuums von dieser schwersten Intoxikation verfolgen, so ist das gewiss ein Vorgang, der unseres vollsten Interesses wert ist. Nun ist allerdings zu bemerken, dass der eben geschilderte Vorgang sich nur einstellt, wenn wir bestimmte Arten von narkotisch wirkenden Substanzen anwenden. Es gibt selbstverständlich eine grosse Zahl von Körpern, welche tiefe Bewusstlosigkeit bei Mensch und Tier hervorrufen können, aber dieser Zustand geht dann nicht mehr restlos vorüber, sondern führt durch Übergreifen seiner Wirkung auf die lebenswichtigen Zentren im verlängerten Mark den Tod herbei, oder er bedingt anderweitige schwere organische Veränderungen im Organismus, so dass auch nach allfälliger Erholung des zentralen Nervensystems die Weiterexistenz des Individuums in Frage gestellt ist. Es ist natürlich ein langer Weg experimenteller und ärztlicher Erfahrung, der zurückgelegt werden musste, bis unter den für die Narkose überhaupt möglichen die praktisch für den Menschen brauchbaren Stoffe herausgefunden waren. Heute besitzen wir eine Reihe solcher Stoffe, und auf Grund der Erfahrung besteht sogar Aussicht, dass noch mehr solcher gefunden werden, die sich für die Herbeiführung gefahrloser Narkose und Hypnose eignen. Dabei kann entweder das schon vorhandene

chemische Material weiter noch pharmakologisch systematisch abgesucht werden, um einen noch nicht gehobenen Schatz zu fördern, oder es kann versucht werden, chemisch neue Körper herzustellen, welche gewisse Vorzüge gegenüber ihren Vorgängern aufweisen. Will man in der einen oder anderen Richtung experimentell arbeiten, ohne sich dem blinden Zufall zu überlassen, so kann das mit Aussicht auf Erfolg nur geschehen, wenn gewisse Richtlinien gezogen sind. Um zu diesen letzteren zu gelangen, ist es unerlässlich, etwas einzudringen in jenen Vorgang, welcher sich abspielt, wenn eine Narkose sich durch Resorption eines chemischen Stoffes einstellt. Wir müssen orientiert werden über die Vorgänge, welche sich zwischen dem Protoplasma, der lebenden Zelle und dem chemischen Stoff abspielen, und wir müssen dann anderseits versuchen, gewisse Grundbedingungen festzulegen, welche im gegebenen Falle für das offenbar Zwangsläufige des Narkoseeintrittes massgebend sind.

Bei derartigen Untersuchungen hat sich bald gezeigt, dass die praktisch brauchbaren Substanzen auch chemisch einer bestimmten Gruppe entstammen: der Fettreihe. Es lag nun nahe, auf dieser Basis weiterzuforschen und die speziellen Bedingungen aufzusuchen, welche die Brücke bilden zwischen der chemischen Konstitution eines Stoffes einerseits und seiner narkotischen Wirkung anderseits. Solche Bedingungen sind auch gefunden worden. So haben z. B. Baumann und Kast nachgewiesen, dass bei den Sulfonen die natürliche Wirkung zunimmt mit der Anzahl der Äthylgruppen, indem das Sulfonal schwächer wirkt als Trional und dieses als das Tetronal. Es hat sich ferner gezeigt, dass bei manchen Substanzen die Wirkung zunimmt mit der Länge der Kohlenstoffkette und dass ferner durch den Eintritt von Halogenen, namentlich Cl und Br die narkotische Wirkung bedeutend verstärkt wird. Aber alle diese Feststellungen beziehen sich immer nur auf eine bestimmte Klasse von Körpern; auf andere übertragen, erweisen sie sich als nicht mehr massgebend und deshalb ist es leider bis jetzt nicht gelungen, bestimmte Gesetzmässigkeiten festzustellen, welche die Beziehung zwischen chemischer Konstitution und narkotischer Wirkung in bezug auf die Körper der Fettreihe beherrschen. Die Folge davon war, dass, wenn wir irgend-eine chemische Substanz vor uns hatten, uns die Konstitution derselben durchaus keine sicheren Anhaltspunkte bot zur Entscheidung der Frage: Wirkt dieser Körper narkotisch? An dieser kritischen Stelle, gedrängt vom Streben nach tieferer Erkenntnis, hat die Lipoidtheorie von Meyer-Overton eingesetzt; sie will auf physikalischem Wege uns bringen, was chemisch nicht zu erreichen war. Diese Theorie geht von der Tatsache aus, dass alle narkotisch wirkenden

Substanzen bis zu einem gewissen Grade in Fetten löslich sind. Anderseits aber müssen diese Substanzen auch eine gewisse Wasserlöslichkeit haben, um in den Körperflüssigkeiten gelöst zu werden. Je höher der Grad der Fettlöslichkeit, um so grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass diese Substanzen aus ihrer Lösung in den Körperflüssigkeiten übergehen an Gewebe von Fettcharakter, weil sie sich in diesen besser zu lösen vermögen. Zu solchen fettartigen Geweben gehört auch das zentrale Nervensystem und deshalb wäre zu erwarten, dass ein Stoff um so eher in dieses „lipoide“ Nervengewebe übergeht, je grösser sein Teilungsquotient $\frac{\text{Fett}}{\text{Wasser}}$ ist. In einer Reihe von Untersuchungen haben H. Meyer u. a. einerseits diesen Quotienten für bestimmte Substanzen ermittelt, anderseits festgestellt, welche Konzentration dieser selben Substanz nötig war, um narkotisch zu wirken. Letzteres wurde in der Weise ermittelt, dass man kleine Fische oder Froschlarven im Wasser schwimmen liess, in dem eine bestimmte Menge der Substanz aufgelöst war. Durch die Beobachtung an diesen Tieren wurde die narkotisch wirkende Grenzkonzentration für den betreffenden Stoff festgestellt. Es ergab sich dabei eine gewisse Übereinstimmung in dem Sinne, dass je grösser der Quotient $\frac{\text{Fett}}{\text{Wasser}}$ war, eine um so geringere Konzentration der betr. Substanz zur Narkose nötig war, so dass also der am leichtesten aus Wasser in Fett übergehende Körper auch die stärkste narkotische Wirkung auslöste. Leider wurde es bei diesen Versuchen ganz unterlassen, analytisch zu bestimmen, wie viel von dem Narkotikum wirklich aus dem Wasser in den Tierkörper überging. Man nahm an, dass sich nach einiger Zeit ein Gleichgewichtszustand einstelle und dass dieser eben dem Quotienten $\frac{\text{Fett}}{\text{Wasser}}$ parallel gehe. Eine weitere Stütze dieser physikalischen Auffassung war gegeben in dem verschiedenen Verhalten, welches einzelne Substanzen bei Temperaturänderungen zeigten. Wurde bei höherer Temperatur der Quotient $\frac{\text{Fett}}{\text{Wasser}}$ für eine bestimmte Substanz grösser, so stieg auch die narkotische Wirkung bei Erwärmen der wässerigen Lösung, weil dann, nach Ansicht der Autoren, mehr von dieser Substanz in den Tierkörper überging. Damit erschien nun eine grössere Einheitlichkeit in das Chaos der Narkosefrage gebracht zu sein. Die physikalische Eigenschaft der Fettlöslichkeit wurde als massgebend anerkannt für die Verteilung einer narkotisch wirkenden Substanz im Organismus, und zwar sollte dabei das Nerven- und Fettgewebe die Hauptmenge dieser Substanz anziehen und dadurch in ersterem die Funktionsstörung, d. h. die Narkose ausgelöst

werden. Damit war dann auch der weitere Schritt bereits unternommen: Aus dem Verteilungsmodus wurde auch die Wirkung selber abgeleitet. Nun ist es ja selbstverständlich, dass eine Substanz nur dann wirken kann, wenn sie an die betr. Zellen herangebracht wird, aber umgekehrt ist die spezifische Wirkung nicht notwendig die Folge der Fettlöslichkeit. Zwischen dem, was die topographische Verteilung einer Substanz im Körper und dem, was ihre spez. Wirkung bedingt, braucht nicht absolute Analogie zu bestehen. Allerdings spricht ja die oben erwähnte Gesetzmässigkeit dafür, dass tatsächlich diese Analogie bei den Narkotika bestehe. Aber alle diese Versuche sind, wie erwähnt, an niederen Tieren und Embryonen durchgeführt, und es erhebt sich daher die Frage, sind wir berechtigt, hieraus eine für alle Tierklassen gültige biologische Regel abzuleiten?

Auf diese Frage können nur entsprechende Versuche an höheren Tieren Auskunft erteilen. Diese Versuche hat vor zwei Jahren Herr Dr. Gensler am hiesigen Institut ausgeführt, seine Ergebnisse sind in den letzten Monaten noch vervollständigt worden. Als Untersuchungsobjekt dienten nur Hunde, weil bei diesen intelligenteren Tieren Eintritt und Tiefe des Schlafes mit Sicherheit zu bestimmen sind. Nachdem für jedes einzelne Tier in einem oder mehreren Vorversuchen festgestellt war, wie viel des betr. Narkotikums es brauchte, um einen bestimmten Grad der Narkose zu erzielen, wurde der Hauptversuch ausgeführt. Hiebei erhielt das Tier mit der Schlundsonde nüchtern eine genaue Menge des Hypnotikums, worauf es meist eine halbe Stunde später in tiefen Schlaf verfiel. In der Mitte dieser Narkose wurde der Hund getötet und dann analytisch bestimmt, wie viel von dem Mittel sich noch im Magen und Darm befand, so dass man genau wusste, wie viel von der jeweiligen Dosis auch wirklich resorbiert worden war. Daneben wurde dann der Gehalt des Gehirns und des Blutes an der betr. Substanz bestimmt. Diese Analysen konnten quantitativ nur dank dem Umstand durchgeführt werden, dass die drei Hypnotika, welche zur Verwendung kamen, Neuronal, Bromural und Adalin, in ihrem Molekül Brom enthielten, da ja Brom sonst im Tierkörper nicht vorkommt; am Gehirn wurde die Bestimmung stets in blutleerem Zustand durchgeführt.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen, die ja unter dem Eindruck der Lipoidtheorie unternommen wurden, bereiteten uns insoferne zunächst eine gewisse Enttäuschung, als die Menge der Narkotika, welche zurzeit der grössten Schlaftiefe im Hirn gefunden wurde, relativ klein war. Von der wirklich resorbierten und also auch zur Wirkung gelangten Menge fanden sich im Mittel in Prozenten im Gehirn:

Neuronal	. .	1,4 %,
Bromural	. .	1,7 %,
Adalin	. .	1,1 %,

so dass also im Durchschnitt von allen drei Stoffen nur ca. 1,4 % der aufgenommenen Menge im Gehirn gebunden war. Die übrigen 98,6 % waren auf das Blut und die verschiedenen anderen Gewebe verteilt. Hiebei ist nun noch besonders zu bemerken, dass von den drei Stoffen sehr verschieden grosse Mengen verabreicht resp. resorbiert wurden. Um nämlich die gleiche Schlaftiefe zu erzielen, mussten von Neuronal 0,1 gr pro kg Körpergewicht verabreicht werden, von Bromural und Adalin 0,25 gr. Diese Zahlen stimmen mit den Beobachtungen am Menschen überein; das Neuronal erwies sich auch bei ihm als zwei- bis dreimal stärker narkotisch als die beiden anderen. Die geringere Wirkung der beiden letzteren beruht aber nicht etwa darauf, dass dieselben vielleicht infolge geringerer Lipoidlöslichkeit, wenn sie in gleicher Menge verabreicht und resorbiert worden wären, wie das Neuronal in absolut geringerer Menge sich im Gehirn festlegen, sondern wir finden im Gegenteil, dass bei allen drei Substanzen der Gehalt an denselben im Gehirn proportional geht der wirklich resorbierten Menge. Demensprechend wurden auch von Bromural und Adalin an absoluten Mengen mehr im Gehirn gefunden als an Neuronal, und zwar auf 100 gr Hirnsubstanz:

Neuronal 23 mgr, Bromural 38 mgr, Adalin 45 mgr.

Daraus ergibt sich also, dass die absolute Menge einer im Gehirn befindlichen, narkotisch wirkenden Substanz an sich noch kein quantitativer Grund ist für die jeweilige Tiefe der Narkose, da ja bei allen drei Substanzen stets zirka die gleiche Schlaftiefe erzeugt wurde. Es fragt sich nun, wie sich diese Ergebnisse zu der Lipoidtheorie verhalten. Wenn wir zunächst allgemein in Betracht ziehen, dass einerseits im Mittel von der resorbierten Menge sich nur 1,4 % im Gehirn fanden und anderseits das Gehirn im Mittel 0,9 % des funktionierenden Protoplasmas ausmacht,[1]) so ist die Differenz nicht sehr gross gegenüber dem Betrag, welcher dem Gehirn nach einer generellen Verteilung zukäme. Immerhin kann man ja von einer gewissen Anreicherung im Gehirn sprechen. Noch wichtiger aber erscheint für die Lipoidtheorre eine vergleichende Betrachtung über das Verhalten der drei Substanzen.

Die Lipoidtheorie lehrt, dass von verschiedenen Körpern der am stärksten narkotisch wirke, welcher den höchsten Teilungsquotienten

---

[1]) Nach Abzug von Haut und Knochen.

$\frac{\text{Fett}}{\text{Wasser}}$ aufweist. Von unseren drei Narkotika wirkt nun erwiesenermassen das Neuronal am stärksten bei Mensch und Tier. Es war also zu erwarten, dass das Neuronal erstens den besten Teilungsquotienten aufweisen werde und dass zweitens von seiner zur Anwendung gekommenen Menge sich auch der grösste prozentuale Anteil im Gehirn wieder finde. Was den letzteren Punkt anbetrifft, so ist dieses durch die vorausgehenden Angaben bereits entschieden; der prozentuale Gehalt des Gehirns vom resorbierten Neuronal liegt in der Mitte zwischen den Werten für Bromural und Adalin.

Wie verhalten sich nun die Teilungsquotienten der drei Substanzen. Diese Bestimmungen wurden von uns noch in letzter Zeit ausgeführt, und zwar in der Weisse, dass bestimmte Lösungen der drei Substanzen in physiologischem Salzwasser (Ringerlösung) hergestellt und diese dann zwei Stunden lang bei 38° mit gereinigtem Olivenöl kräftig durchgeschüttelt wurden. Aus der abgetrennten Wasserschicht wurde die Substanz teils durch Ausschütteln mit Äther und Wägung, teils durch direkte N-bestimmung quantitativ, und zwar je in drei Kontrollversuchen bestimmt und daraus der bei Blutwärme in das Öl übergegangene Anteil ermittelt. Hiebei wurden im Mittel folgende Werte erhalten:

$$\text{Quotient } \frac{\text{Fett}}{\text{Wasser}} \text{ für Neuronal} = 2{,}7$$
$$\text{„ „ „ Bromural} = 1{,}4$$
$$\text{„ „ „ Adalin} = 4{,}6.$$

Weitaus den grössten Wert zeigt also das Adalin, welches ungefähr gleich stark wirkt wie Bromural, welch letzteres einen zirka 3,3 mal kleineren Quotienten aufweist, während das stark wirkende Neuronal in der Mitte steht. Von dem stark fettlöslichen Adalin finden wir aber nur zirka den hundertsten Teil (1,1 %) der resorbierten Menge im Gehirn. Hier kommen wir also in Konflikt mit der Lipoidtheorie sowohl mit Rücksicht auf das quantitative Verteilungsprinzip als auch mit Rücksicht auf die Intensität der Wirkung; die Teilungsquotienten der drei Substanzen verhalten sich zu diesen beiden ganz inkongruent.

Da die drei Substanzen keinerlei Nebenwirkungen aufweisen, welche etwa den narkotischen Effekt beeinflussen könnten, so ergeben sich aus den vorstehenden Darlegungen folgende Konsequenzen für die Theorie der Nakose:

Es scheint nicht möglich, den Teilungsquotienten $\frac{\text{Fett}}{\text{Wasser}}$ allein als Gradmesser für die narkotische Wirkung und die entsprechende Ver-

teilung im Organismus anzusehen, sondern es spielt dabei sicher auch die chemische Konstitution der betr. Substanz eine besondere Rolle. Vielleicht kommt auch die besondere Lipoideigenschaft des Gehirns gar nicht in Betracht, sondern es verläuft die typische Narkose einfach parallel der jeweils im Blut befindlichen Menge der betreffenden Substanz, multipliziert mit einem Faktor x, geliefert von deren chemischer Konstitution. Für letztere Annahme spricht das gegensätzliche Verhalten von Körpern der Fettreihe und Alkaloiden; von letzteren findet sich zurzeit der Wirkung nichts mehr im Blut, während von den drei genannten Substanzen zurzeit des tiefen Schlafes die Hauptmengen sich im Blut befanden.

Über die Photolyse der Uranylsalze.

Von

Emil Baur.

(Als Manuskript eingegangen am 28. Februar 1917.)

Chemische Lichtempfindlichkeit, Fluoreszenz und Becquerel-Effekt sind drei physikalisch-chemische Eigenschaften, die häufig zusammen angetroffen werden und daher wohl innerlich zusammenhängen. In einer ausgezeichneten Weise sind die Salze des sechswertigen Urans mit diesen Eigenschaften ausgestattet und fordern zur eingehender Untersuchung ihrer gegenseitigen Beziehungen auf. Dieselbe hat wohl vom Becquerel-Effekt als der am leichtesten quantitativ verfolgbaren Wirkung auszugehen und von hier aus die chemischen Lichtwirkungen oder Photolysen zu betrachten. Diese sind zu auffallend, als dass man nicht einen ganz besonderen Zustand der vom Lichte getroffenen, photochemisch empfindlichen Stoffe annehmen müsste. Daher muss die Kennzeichnung dieser primären Lichtwirkung das vornehmste Ziel photochemischer Forschung sein. In diesem Betrachte hat im Falle der Uranylsalze eine kombinierte Untersuchung zu bestimmten Anschauungen geführt, die nachfolgend kurz dargelegt werden sollen.

Unter dem Becquerel-Effekt versteht man eine Potentialdifferenz zwischen zwei Elektroden, die mit denselben lichtempfindlichen Stoffen einerseits im Licht und anderseits im Dunkel im Gleichgewicht stehen. Bei den Uranylsalzen hat sich nun herausgestellt, dass es zwei entgegengesetzte Wirkungen des Lichtes gibt, nämlich einen positiven und einen negativen Effekt, d. h. das Volta'sche Potential der belichteten Lösung kann positiv oder negativ gegen die dunkle Lösung sein. Beim Uranylsulfat beobachtet man gewöhnlich den negativen Effekt, beim Chlorid den positiven.[1]) Hinzukommt, dass beide Wirkungen durch eine Reihe von Zusätzen schon in kleiner Menge stark abgeschwächt, ja aufgehoben werden, ohne dass diese Zusätze eine dauernde chemische Veränderung auszuüben oder zu erleiden brauchen. Unter den schwächend wirkenden Stoffen finden sich die Haloge-

[1]) G. Trümpler, Ztschr. phys. Chem. **90**, 385 (1915).

nionen, Eisen- und Vanadinsalze und bemerkenswerterweise auch Uranosalz.

Diese Erfahrungen können kaum anders gedeutet werden, als dahin, dass das Uranylion im Lichte in zwei Wertigkeitstufen zerfällt, von denen die eine hoch ist und den Positiv-Effekt erzeugt, die andere niedrig und den Negativ-Effekt erzeugt.

Wir haben angenommen, dass die hohe als achtwertiges Uran (U^{VIII}) und die niedere als dreiwertiges Uran (U^{III}) anzusehen sei. Es ergibt sich alsdann, dass der primäre chemische Vorgang durch folgende Gleichung darzustellen ist:

$$5\ U^{VI} + \text{Licht} = 3\ U^{VIII} + 2\ U^{III}. \qquad (1)$$

Diese primären Lichtprodukte sind nicht dauernd miteinander verträglich, sie bilden U^{VI} zurück, so dass ein gewisser stationärer Gleichgewichtszustand sich einstellt. Auf diesen wirken die hemmenden Stoffe offenbar in der Weise, dass sie mit den Lichtprodukten rasch reagieren, z. B. nach den folgenden Gleichungen:

$$\begin{cases} 3\ U^{VIII} + 6\ J' = 3\ U^{VI} + 3\ J_2 & (2a) \\ 2\ U^{III} + 3\ J_2 = 2\ U^{VI} + 6\ J' & (3a) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3\ U^{VIII} + 6\ Fe^{II} = 3\ U^{VI} + 6\ Fe^{III} & (2b) \\ 2\ U^{III} + 6\ Fe^{III} = 2\ U^{VI} + 6\ Fe^{II} & (3b) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3\ U^{VIII} + 3\ U^{IV} = 6\ U^{VI} & (2c) \\ U^{VI} + 2\ U^{III} = 3\ U^{IV} & (3c) \end{cases}$$

Es entsteht zum stationären Zustand (1) ein chemischer Nebenschluss, der dessen Energieinhalt zerstreut und somit den Becquerel-Effekt zum Verschwinden bringt. Denn nach der vorgelegten Auffassung hat man den Positiv-Effekt als U^{VI}/U^{VIII}-Potential, den Negativ-Effekt als U^{III}/U^{VI} (oder U^{IV})-Potential anzusehen.

Besonders merkwürdig ist des weitern, dass die genannten Zusätze auch die Fluoreszenz schwächen oder aufheben. Es gibt aber auch Stoffe, die nur die Fluoreszenz töten, den Becquerel-Effekt aber bestehen lassen; zu diesen gehört z. B. Sulfit. Es erscheint daher notwendig, in Gleichung (1) noch einen primären physikalischen Vorgang einzuschieben, eben den Lichtzustand des U^{VI}, den man sich wohl als Elektronenlockerung denken muss. Wahrscheinlich gibt es auch hier einen stationären Zustand, indem das Elektron alsbald wieder angezogen wird und so der Dunkelzustand des U^{VI} wiederhergestellt wird. Diese Rückbildung scheint die Fluoreszenz zu veranlassen. Wenn Zusätze, wie z. B. Sulfit, schon hier eingreifen und die Rückbildung des U^{VI}_{Dunkel} aus dem U^{VI}_{Licht} auf einem Umwege ein-

leiten, während sie die Ausbildung des primären chemischen Lichtgleichgewichtes ungestört lassen, so haben wir den Fall der Fluoreszenzaufhebung ohne Beeinträchtigung des Becquerel-Effektes.

Demnach ist Gleichung (1) vollständiger zu schreiben:

$$U^{VI}_{Dunkel} + Licht \underset{Fluoreszenz}{\overset{Absorption}{\rightleftharpoons}} U^{VI}_{Licht} \longrightarrow {}^3/_5\, U^{VIII} + {}^2/_5\, U^{III} \longrightarrow U^{VI}_{Dunkel} + Wärme \quad (1a)$$

Der Becquerel-Effekt bei Uransalzen gehorcht den folgenden Gesetzen [1]):

1. Der Grenzwert wächst proportional mit dem Logarithmus der Lichtstärke;

2. der Temperaturkoeffizient ist negativ;

3. die Anklingung ist der Lichtstärke proportional und unabhängig von der Temperatur;

4. die Abklingung wächst mit der Temperatur und der U^{IV}-Konzentration.

Diese Eigenschaften entsprechen sämtlich den Forderungen des Vorganges Gleichung (1) oder (1a). In der Anklingung spiegelt sich das photokinetische Grundgesetz wieder, wonach die Lichtsaugung proportional der absorbierten Lichtmenge ist, unabhängig von der Temperatur und allen Begleitumständen. Der negative Temperaturkoeffizient und die Steigerung der Abklingung entspricht der allgemeinen R. G. T.-Regel für Dunkelprozesse, d. h. die Reaktionsgeschwindigkeit wächst stark mit der Temperatur. Das Anwachsen der Abklingung durch U^{IV} wird durch die Gleichungen (2c) und (3c) dargestellt. Endlich ergibt sich das Gesetz des maximalen Becquerel-Effektes sehr einfach folgendermassen:

Die Bildungsgeschwindigkeit von U^{VIII} im Lichte ist:

$$+\frac{d(U^{VIII})}{dt} = k \cdot J \cdot (U^{VI}) = k \cdot J \cdot a,$$

da die Konzentration von $(U^{VI}) = a$ als konstante Grösse zu behandeln ist.

Die Rückbildungsgeschwindigkeit von U^{VI} ist:

$$-\frac{d(U^{VIII})}{dt} = k' \cdot (U^{VIII})^3 \cdot (U^{III})^2 = k' (U^{VIII})^3 \cdot \left(\tfrac{2}{3} U^{VIII}\right)^2 = k' \cdot \tfrac{4}{9} (U^{VIII})^5,$$

wenn man von reinen Uranylsalzlösungen ausgeht. Im stationären Zustand ist:

$$k \cdot J \cdot a - k' \tfrac{4}{9} (U^{VIII})^5 = 0,$$

$$\frac{k}{k'} \cdot \frac{9}{4} \cdot a \cdot J = (U^{VIII})^5.$$

[1]) N. Titlestad, Ztschr. phys. Chem. **72**, 272 (1910).

Anderseits hat man für den Positiv-Effekt:

$$\pi_{\text{Hell gegen Dunkel}} = \frac{RT}{nF} \ln \frac{(U^{VIII})^5}{\text{Konst.}},$$

so dass folgt:

$$\pi = A \ln B J = A' + A \ln J,$$

d. h. von einem gewissen Schwellenwert der Lichtstärke an steigt der Positiv-Effekt proportional dem Logarithmus von J. Für den Negativ-Effekt ergibt sich die ganz entsprechende Abhängigkeit, wenn man die Lichtstärke J im stationären Zustand durch (U^{III}) ausdrückt.

Nun war zu prüfen, wie sich die Photolyse organischer Uranylsalze unter dem Einfluss der den Becquerel-Effekt hemmenden oder vernichtenden Stoffe verhalten würde. Setzt man zu mit Schwefelsäure angesäuertem Uranylsulfat aliphatische Säuren, wie Ameisen-, Essig-, Propionsäure, Oxalsäure u. a., so beobachtet man im Tages- oder Sonnenlicht Zersetzungen, die zum Teil sehr auffallend und demgemäss qualitativ lange bekannt sind. Bei der Ameisensäure geht der Zerfall glatt nach der Gleichung vor sich [1]):

$$UO_2SO_4 + HCOOH + H_2SO_4 = U(SO_4)_2 + CO_2 + 2H_2O. \qquad (4)$$

Weil der chemische Umsatz hier ganz durchsichtig ist, haben wir die Kinetik dieser Photolyse mit und ohne Hemmungstoffe untersucht. [2]) Ganz im Sinne der Erwartung zeigte sich, dass die Halogenionen (Cl′, J′) und die Eisen- und Vanadinsalze in der Tat sehr stark antikatalytisch auf die Photolyse des Uranylformiates einwirken, während sie von Sulfit, das, wie oben bemerkt, den Becquerel-Effekt nicht stört, obwohl es die Fluoreszenz auslöscht, nicht berührt wird. Auch Uranosalz wirkt antikatalytisch, und da dieses im Verlaufe der Untersuchung automatisch zunimmt, so erleidet die Zersetzung des reines Uranylformiates eine eigentümliche Selbstbremsung.

Es kann demnach nicht zweifelhaft sein, dass die wahre Ursache für die Oxydation der Ameisensäure durch belichtetes Uranylsalz in dem primären Lichtprodukt U^{VIII} liegt, so dass wir den Vorgang folgendermassen zu formulieren haben:

$$+\begin{cases} 5\ U^{VI} + \text{Licht} = 3\ U^{VIII} + 2\ U^{III} & (1) \\ 3\ U^{VIII} + 6\ OH' + 3\ HCOOH = 6\ H_2O + 3\ CO_2 + 3\ U^{VI} & (5) \\ U^{VI} + 2\ U^{III} = 3\ U^{IV} & (3c) \end{cases}$$

$$3\ U^{VI} + \text{Licht} + 6\ OH' + 3\ HCOOH = 6\ H_2O + 3\ CO_2 + 3\ U^{IV} \qquad (4a)$$

[1]) H. Schiller, Ztschr. phys. Chem. **80**, 64 (1912).
[2]) E. C. Hatt, Ztschr. phys. Chem. Im Druck.

Sind nun Antikatalyte, z. B. J', Fe^{II} oder U^{IV}, dieses im Überschuss, zugegen, so treten die zyklischen Nebenschlüsse entsprechend den Gleichungen (2a), (3a); (2b), (3b); (2c), (3c) hinzu, so dass nur noch ein Teil der absorbierten Lichtenergie in die Reaktion (4) hineinfliessen kann und diese daher stark gehemmt wird.

Bei Jodid-Zusatz ist die Jodausscheidung der Gleichung (2a) sinnfällig und es ist ganz besonders interessant, dass sie auch eintritt in Lösungen von Uranylsulfat und Kaliumjodid ohne Formiat und bei völligem Ausschluss der atmosphärischen Luft. Wir erhalten eine, dem Positiv-Effekt entsprechende, photochemische Gleichgewichtsverschiebung. Die zum Lichtgleichgewicht gehörige Jodkonzentration erweist sich nur wenig abhängig von der Lichtstärke, sie wächst proportional einer höheren Wurzel aus der Lichtstärke, übrigens in Übereinstimmung mit den Forderungen, die von der Theorie verlangt werden.[1])

Wie bekannt, verläuft die Photolyse des Uranyloxalates ganz anders wie die des Formiates. Statt einer Oxydation bekommt man einen Zerfall der Oxalsäure in Kohlenoxyd und Kohlensäure, während das Uranylion gar keine bleibende Änderung erfährt. Es ist üblich, hier von einer Photokatalyse zu sprechen. Wenden wir auf diese die Gesichtspunkte an, die sich für die chemischen Lichtwirkungen der Uranylsalze aus dem Vorangehenden ergeben, so wird man geneigt sein, diese Katalyse als eine Überlagerung von Reduktion und Oxydation der Oxalsäure anzusehen, entsprechend dem Schema:

$$
+\begin{cases}
5\,U^{VI} + \text{Licht} = 3\,U^{VIII} + 2\,U^{III} & (1)\\
3\,U^{VIII} + 3\,C_2O_4'' = 3\,U^{VI} + 6\,CO_2 & (6)\\
2\,U^{III} + 12\,H^{\cdot} + 3\,C_2O_4'' = 2\,U^{VI} + 6\,H_2O + 6\,CO & (7)
\end{cases}
$$

$$
6\,H_2C_2O_4 = 6\,CO_2 + 6\,CO + 6\,H_2O
$$

Wenn dies richtig ist, so sollte es möglich sein, die Reaktionsbahn (6) oder (7) zurückzudrängen, indem man nebenher eine der Reaktionen (2) oder (3) einleitet, und so die Zusammensetzung des entwickelten Gases von dem stöchiometrischen Verhältnis abzudrängen, womit dann gleichzeitig auch der rein katalytische Verlauf durchbrochen wäre. Vorbehaltlich einlässlicher weiterer Untersuchung sei bemerkt, dass wir gefunden haben, dass bei Gegenwart von Uranosalz das Gas aus Uranyloxalat einen Überschuss von Kohlenoxyd, bei Gegenwart von Sublimat einen Überschuss von Kohlensäure enthält.

[1]) Vergl. E. C. Hatt, a. a. O.

Die Zerlegung der Oxalsäure in eine niedere und eine höhere Oxydationsstufe auf dem durch die Gleichungen (6) und (7) angedeuteten Wege tritt in nahe Analogie mit der Chlorophyllfunktion. Belichtetes Chlorophyll liefert den Becquerel-Effekt und besitzt Fluoreszenz wie die Uranylsalse. Es liegt nahe, anzunehmen, dass die primären Lichtprodukte des Chlorophylls eine niedere und hohe Oxydationsstufe desselben sind, entsprechend U^{III} und U^{VIII}, und dass die niedere Stufe Kohlensäure reduziert, während die hohe Wasser oxydiert. Es ist möglich, dass wir im Chemismus der Photolyse der Uranylsalze ein Vorbild der Chlorophyllfunktion vor uns haben.

Zürich, Februar 1917.

Über ternäre diophantische Gleichungen dritten Grades.

Von

A. Hurwitz.

(Als Manuskript eingegangen am 23. Februar 1917.)

Während sich die ternären diophantischen Gleichungen vom Geschlecht Null in vollständig befriedigender Weise erledigen lassen[1]), weiss man von den Gleichungen höheren Geschlechts bisher sehr wenig. In den folgenden Zeilen möchte ich einen kleinen Beitrag zur Theorie der diophantischen Gleichungen vom Geschlecht 1 geben, beschränke mich dabei aber auf den einfachsten Fall, nämlich den der Gleichungen dritten Grades, in dem also, geometrisch gesprochen, die Gleichung eine doppelpunktslose Curve dritter Ordnung darstellt.[2])

1.

Es sei, unter x, y, z Dreieckskoordinaten verstanden,

$$f(x, y, z) = 0 \tag{1}$$

die Gleichung einer solchen Curve C. Die Coeffizienten dieser Gleichung mögen einem algebraischen Zahlkörper K angehören und allgemein werde unter einem „rationalen“ Punkte der Ebene ein solcher verstanden, dessen Coordinaten x, y, z zu drei Zahlen des Körpers K proportional sind. Bekanntlich kann man durch folgende Konstruktion, die ich weiterhin als „fundamentale Konstruktion“ bezeichnen werde, aus zwei als rational vorausgesetzten Punkten P und Q der Curve C einen dritten solchen Punkt ableiten: Man verbindet P und Q durch eine Gerade und bestimmt den dritten Durchschnittspunkt R

[1]) Vgl. D. Hilbert und A. Hurwitz, „Über die diophantischen Gleichungen vom Geschlecht Null“, Acta mathématica, Bd. 14, S. 217–224 (1890). Unsere Resultate sind zum Teil von H. Poincaré wiedergefunden. Siehe dessen inhaltsreiche Abhandlung: «Sur les propriétés arithmétiques des courbes algébriques», Journal de mathématiques pures et appliquées, 5e série, t. 17, p. 161—233 (1901).

[2]) Nach Abschluss meiner Arbeit kamen mir die interessanten Abhandlungen von Beppo Levi: «Saggio per una teoria aritmetica della forme cubiche ternarie» (Accademia reale delle scienze di Torino, Nota I—IV, 1906–1908) zu Gesicht, die teilweise ähnliche Ziele verfolgen, wie die vorliegenden Untersuchungen.

dieser Geraden mit der Curve. Es ist dann R wiederum ein rationaler Punkt. Dabei ist in dem Falle, wo P mit Q zusammenfällt, unter der Verbindungsgeraden PQ die Tangente der Curve im Punkte P zu verstehen. Ich will nun zunächst die Gesamtheit derjenigen Punkte der Curve betrachten, die durch die fundamentale Konstruktion aus irgend n ihrer Punkte

$$P_1, P_2, \ldots . P_n \tag{2}$$

abgeleitet werden können. Der elliptische Parameter u sei so über die Curve verteilt, dass einem der neun Wendepunkte der Parameter $u = 0$ zukommt. Jedem Werte von u entspricht dann ein bestimmter Punkt der Curve, der als „Punkt u“ bezeichnet werde. Umgekehrt entsprechen jedem Punkte der Curve unendlich viele Parameter, die aus irgend einem derselben durch Addition aller möglichen Perioden $m_1 w_1 + m_2 w_2$ hervorgehen, wobei w_1 und w_2 zwei Fundamentalperioden von u bedeuten. Ferner ist die notwendige und hinreichende Bedingung dafür, dass drei Punkte u', u'', u''' in gerader Linie liegen, das Bestehen der Congruenz

$$u' + u'' + u''' \equiv 0, \tag{3}$$

wobei die Congruenz, wie stets im folgenden in analogen Fällen, wenn kein Modul angegeben wird, auf w_1 und w_2 als Moduln zu beziehen ist.

Den Punkten (2) mögen nun der Reihe nach die Parameter

$$u_1, u_2, \ldots . u_n \tag{4}$$

zukommen. Dann gilt der

Satz 1. Aus den Punkten (4) können durch wiederholte Anwendung der fundamentalen Konstruktion alle und nur diejenigen Punkte abgeleitet werden, deren Parameter zu Werten der Gestalt

$$v = \lambda_1 u_1 + \lambda_2 u_2 + \cdots + \lambda_n u_n \tag{5}$$

congruent sind, unter $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_n$ ganze Zahlen verstanden, die der Congruenz

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \cdots + \lambda_n \equiv 1 \pmod 3 \tag{6}$$

genügen.

Der Beweis dieses Satzes wird leicht durch Induction geführt[1]) und möge hier der Kürze halber unterdrückt werden.

[1]) Vgl. meine Arbeit: „Über die Schröter'sche Konstruktion der ebenen Curven dritter Ordnung“, Crelle's Journal, Bd. 107, S. 144 (1891), in welcher ich den Fall $n = 3$ in einer Weise behandelt habe, die ohne weiteres auf den Fall eines beliebigen Wertes von n ausgedehnt werden kann. Siehe auch Poincaré a. a. O., S. 170.

2.

Angenommen die Curve dritter Ordnung (1) trage die n rationalen Punkte (4), aber keine weiteren. Dann muss das von diesen Punkten gebildete System offenbar die Eigenschaft haben, dass die Verbindungsgerade von irgend zwei (gleichen oder verschiedenen) Punkten des Systems die Curve zum dritten Male in einem Punkte trifft, der ebenfalls dem Systeme angehört. Ein derartig in sich abgeschlossenes System will ich eine „vollständige“ Punktgruppe nennen und nun die Aufgabe behandeln, alle vollständigen Punktgruppen, die auf der Curve liegen, zu bestimmen.

Es bezeichne u irgend einen Punkt der Punktgruppe (4); so gehört nach Satz 1 auch jeder Punkt $(3k+1)u$ der Gruppe an. Unter mehr als n Werten der ganzen Zahl k muss es demnach zwei verschiedene k' und k'' geben, für welche $(3k'+1)u = (3k''+1)u$ oder $3(k'-k'')u = 0$ ist. Also ist u ein aliquoter Teil einer Periode. Man kann daher, wenn m eine geeignet gewählte positive ganze Zahl bezeichnet,

$$(7) \qquad u_1 = \frac{\alpha_1 w_1 + \beta_1 w_2}{m},\ u_2 = \frac{\alpha_2 w_1 + \beta_2 w_2}{m},\ \ldots u_n = \frac{\alpha_n w_1 + \beta_n w_2}{m}$$

setzen, unter $\alpha_1, \beta_1, \ldots \alpha_n, \beta_n$ ganze Zahlen verstanden.

Nach Satz 1 ist nun jeder Punkt

$$(8) \qquad v = \lambda_1 u_1 + \lambda_2 u_2 + \cdots + \lambda_n u_n + k_{n+1} w_1 + k_{n+2} w_2$$

ein Punkt der vollständigen Gruppe, wenn $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_n, k_{n+1}, k_{n+2}$ irgend welche ganze Zahlen bezeichnen, welche der Bedingung (6) genügen, d. h. für die

$$(9) \qquad \lambda_1 + \lambda_2 + \cdots + \lambda_n = 3k_1 + 1$$

ist. Die durch die Parameter (8) bestimmten Punkte lassen auch keinen Punkt der Gruppe aus, wie die Annahme $\lambda_i = 1$, $\lambda_k = 0$, für $k \neq i$, zeigt. Durch Elimination von λ_1 zwischen (8) und (9) kommt

$$(10) \qquad v = u_1 + k_1 \cdot 3u_1 + \lambda_2 (u_2 - u_1) + \cdots + \lambda_n (u_n - u_1) + \\ + k_{n+1} w_1 + k_{n+2} w_2.$$

An Stelle von

$$\lambda_2, \lambda_3, \ldots \lambda_n, 3u_1, u_2 - u_1, \ldots u_n - u_1$$

werde nun bez. gesetzt

$$k_2, k_3, \ldots k_n, \frac{1}{m}(a_1 w_1 + b_1 w_2), \frac{1}{m}(a_2 w_1 + b_2 w_2), \ldots \frac{1}{m}(a_n w_1 + b_n w_2).$$

Dann nimmt die Gleichung (10) die Form an:

$$(11) \qquad v = u_1 + \frac{1}{m}\left[k_1(a_1 w_1 + b_1 w_2) + k_2(a_2 w_1 + b_2 w_2) + \right.$$
$$\left. + \cdots + k_n(a_n w_1 + b_n w_2) + k_{n+1} m w_1 + k_{n+2} m w_2\right],$$

wo jetzt $k_1, k_2, \ldots k_{n+1}, k_{n+2}$ unabhängig von einander alle ganzen Zahlen zu durchlaufen haben. Hier kann man, ohne die Gesamtheit der Parameter v zu ändern, einerseits auf w_1, w_2 eine unimodulare ganzzahlige Substitution S ausüben (was auf die Ersetzung von w_1, w_2 durch ein anderes primitives Periodenpaar w_1', w_2' hinauskommt) und andererseits auf die Grössen

$$(12) \qquad a_1 w_1 + b_1 w_2,\ a_2 w_1 + b_2 w_2,\ \ldots . a_n w_1 + b_n w_2,$$
$$m w_1 = m w_1 + 0 \,.\, w_2,\ m w_2 = 0 \,.\, w_1 + m w_2$$

eine unimodulare ganzzahlige Substitution T anwenden.

Durch diese Operationen treten in dem Ausdruck (11) an die Stelle der Grössen (12) neue Grössen

$$(13) \qquad a_1' w_1' + b_1' w_2',\ a_2' w_1' + b_2' w_2',\ \ldots a_n' w_1' + b_n' w_2',$$
$$a_{n+1}' w_1' + b_{n+1}' w_2',\ a_{n+2}' w_1' + b_{n+2}' w_2',$$

die dadurch charakterisiert sind, dass zwischen den Matrices

$$(14) \quad \ldots M = \begin{pmatrix} a_1, & a_2, & \ldots a_n, & m, & 0 \\ b_1, & b_2, & \ldots b_n, & 0, & m \end{pmatrix},\ M' = \begin{pmatrix} a_1', & a_2', & \ldots a_n', & a_{n+1}', & a_{n+2}' \\ b_1', & b_2', & \ldots b_n', & b_{n+1}', & b_{n+2}' \end{pmatrix}$$

die Relation

$$(15) \qquad SMT = M'$$

besteht. Nach bekannten Sätzen[1]) kann man nun S und T so wählen, dass

$$M' = \begin{pmatrix} e_1, & 0, & 0, & 0, \ldots 0 \\ 0, & e_2, & 0, & 0, \ldots 0 \end{pmatrix}$$

wird, wobei e_1 und e_2 — die „Elementarteiler“ der Matrix M — dadurch bestimmt sind, dass

$$e_1 = (m, a_1, a_2, \ldots a_n, b_1, b_2, \ldots b_n)$$

der grösste gemeinsame Teiler der Elemente von M und

$$e_1 e_2 = (m^2, m a_1, \ldots m a_n, m b_1, \ldots m b_n, a_1 b_2 - a_2 b_1, \ldots .)$$

der grösste gemeinsame Teiler der Determinanten zweiten Grades

[1]) Siehe z. B. P. Bachmann: „Die Arithmetik der quadratischen Formen“ (Leipzig 1898), S. 288 ff.

von M ist. Die Zahl e_2 ist ein Divisor von m, die Zahl e_1 ein Divisor von e_2. Durch Ausführung der Substitutionen S und T geht die Gleichung (11), wenn Einfacheit halber das neue Periodenpaar w_1', w_2' wieder mit w_1, w_2 bezeichnet wird, über in

$$v = u_1 + k_1 \frac{e_1 w_1}{m} + k_2 \frac{e_2 w_2}{m}$$

oder

$$v = u_1 + k_1 \frac{w_1}{m_1} + k_2 \frac{w_2}{m_2}, \tag{16}$$

wo m_1 ein Divisor von m, und m_2 ein Divisor von m_1 ist.

Man erhält offenbar schon sämtliche untereinander incongruente Werte v, die in der Gestalt (16) enthalten sind, wenn man k_1 ein Restsystem mod. m_1 und k_2 ein solches mod. m_2 durchlaufen lässt. Da aber die Punkte v mit den n Punkten der vollständigen Punktgruppe $(u_1, u_2, \ldots u_n)$ übereinstimmen, ist

$$n = m_1 m_2. \tag{17}$$

Es sei jetzt umgekehrt u_1 irgend ein bestimmter Parameterwert, ferner w_1, w_2 ein primitives Periodenpaar, und es seien m_1 und m_2 zwei positive ganze Zahlen, von welchen die erste durch die zweite teilbar ist. Bildet man nun das System der Punkte (16), so wird dasselbe dann und nur dann eine vollständige Punktgruppe bilden, falls u_1 der Bedingung

$$3u_1 = \lambda_1 \frac{w_1}{m_1} + \lambda_2 \frac{w_2}{m_2} \tag{18}$$

genügt, wo λ_1 und λ_2 ganze Zahlen bedeuten. Dies ergibt sich sofort, wenn man zum Ausdruck bringt, dass die Verbindungsgerade irgend zweier der Punkte (16) die Curve dritter Ordnung zum dritten Male ebenfalls in einem der Punkte (16) schneiden soll. Das Punktsystem (16) ändert sich nun nicht, wenn man u_1 ersetzt durch

$$u = u_1 + r_1 \frac{w_1}{m_1} + r_2 \frac{w_2}{m_2}, \tag{19}$$

wobei r_1 und r_2 beliebig, aber fest zu wählende ganze Zahlen sind. Es tritt dann an die Stelle von (18) die Bedingung

$$3u = (\lambda_1 + 3r_1) \frac{w_1}{m_1} + (\lambda_2 + 3r_2) \frac{w_2}{m_2}. \tag{20}$$

Die höchsten in m_1 bezw. m_2 aufgehenden Potenzen von 3 seien 3^{a_1} bezw. 3^{a_2}, so dass

$$m_1 = 3^{a_1} m_1', \quad m_2 = 3^{a_2} m_2' \tag{21}$$

wird, wobei $\alpha_1 \geqq \alpha_2$ und m_1' durch m_2' teilbar ist, weil m_2 in m_1 aufgeht. Da die Zahlen 0, m_1', $-m_1'$ und ebenso 0, m_2', $-m_2'$ ein Restsystem mod. 3 bilden, kann man über r_1 und r_2 so verfügen, dass

$$\lambda_1 + 3r_1 = \pm \varepsilon_1 m_1', \quad \lambda_2 + 3r_2 = \pm \varepsilon_2 m_2'$$

wird, unter ε_1, ε_2 je einen der Werte 0 und 1 verstanden. Die Gleichung (20) gibt dann

$$u = \frac{\pm \varepsilon_1 w_1}{3^{\alpha_1+1}} + \frac{\pm \varepsilon_2 w_2}{3^{\alpha_2+1}}.$$

Das untere Vorzeichen darf hier unterdrückt werden, da man eventuell w_1 durch $-w_1$ resp. w_2 durch $-w_2$ ersetzen kann. Man erhält somit folgenden

Satz 2. Der allgemeine Ausdruck der Systeme von Punkten, die eine vollständige Gruppe bilden, ist

$$(22) \qquad v = \frac{\varepsilon_1 w_1}{3^{\alpha_1+1}} + \frac{\varepsilon_2 w_2}{3^{\alpha_2+1}} + k_1 \frac{w_1}{m_1} + k_2 \frac{w_2}{m_2}$$

$$(k_1 = 0,1, \ldots m_1 - 1, \; k_2 = 0,1, \ldots m_2 - 1).$$

Dabei bedeuten m_1 und m_2 zwei positive ganze Zahlen, von denen die erste durch die zweite teilbar ist; 3^{α_1} und 3^{α_2} sind die höchsten Potenzen von 3, die in m_1 bezw. m_2 aufgehen; ε_1 und ε_2 bezeichnen je einen der Werte 0 und 1 und w_1, w_2 irgend ein primitives Periodenpaar.

Je nach den Werten von ε_1 und ε_2 liegen die folgenden vier Möglichkeiten vor:

$$(22^a) \qquad v = k_1 \frac{w_1}{m_1} + k_2 \frac{w_2}{m_2},$$

$$(22^b) \qquad v = k_1 \frac{w_1}{m_1} + k_2 \frac{w_2}{m_2} + \frac{w_1}{3^{\alpha_1+1}},$$

$$(22^c) \qquad v = k_1 \frac{w_1}{m_1} + k_2 \frac{w_2}{m_2} + \frac{w_2}{3^{\alpha_2+1}},$$

$$(22^d) \qquad v = k_1 \frac{w_1}{m_1} + k_2 \frac{w_2}{m_2} + \frac{w_1}{3^{\alpha_1+1}} + \frac{w_2}{3^{\alpha_2+1}}.$$

Hierzu ist noch folgendes zu bemerken. Vermehrt oder vermindert man die sämtlichen über die Curve verteilten Parameter um dasselbe Periodendrittel, so erhält man eine neue Parameterverteilung, die sich von der früheren nur dadurch unterscheidet, dass derjenige Wendepunkt, dem der Parameter 0 entsprach, durch einen der andern Wendepunkte ersetzt worden ist. Wenn daher in (22^b) der Exponent α_1 verschwindet, so kann man die betreffende

Punktgruppe auch durch (22^a) darstellen. Analoges gilt in den übrigen Fällen, so dass man in den Darstellungen 22^b, 22^c, 22^d

$$\alpha_1 \geq 1, \ \alpha_2 \geq 1$$

voraussetzen darf. Ist die Anzahl $n = m_1 m_2$ der Punkte einer vollständigen Gruppe nicht durch 3 teilbar, so findet also immer die Darstellung 22^a statt und es gehört dann insbesondere der Wendepunkt $v = 0$ notwendig zu den Punkten der Gruppe.

3.

Wenn die Curve dritter Ordnung reell ist, so erhebt sich die Frage nach der Constitution derjenigen vollständigen Punktgruppen, die aus lauter reellen Punkten bestehen und die ich kurz als „reelle" Gruppen bezeichnen will. Man hat dabei zwei Fälle zu unterscheiden.

Erster Fall. Die Curve ist einteilig. Die Parameterverteilung lässt sich dann so einrichten, dass den reellen Curvenpunkten diejenigen Parameterwerte entsprechen, welche zu reellen Werten congruent sind. Das primitive Periodenpaar kann so gewählt werden, dass die erste Periode reell ist (während die zweite Periode komplex ist). Bilden nun die Punkte (4) eine vollständige reelle Gruppe, so dürfen ihre Parameter $u_1, u_2, \ldots u_n$ reell vorausgesetzt werden und in den Gleichungen (7) fallen die Glieder in w_2 fort, wenn dort w_1 die reelle, w_2 die complexe Periode bedeutet. Ebenso können jetzt in der Gleichung (11) die Glieder in w_2 unterdrückt werden, und da die Gesamtheit der Zahlen

$$k_1 a_1 + k_2 a_2 + \cdots + k_n a_n + k_{n+1} m$$

übereinstimmt mit den sämtlichen Vielfachen des grössten gemeinsamen Teilers von $a_1, a_2, \ldots a_n, m$, so wird

$$v = u_1 + k \cdot \frac{w_1}{m_1} \ (k = 0, 1, 2, \ldots m_1 - 1) \tag{23}$$

der Ausdruck für die Punkte der vollständigen Gruppe. Der Parameter u_1 unterliegt wieder der Bedingung (18), in welcher $\lambda_2 = 0$ zu nehmen ist. Er kann durch

$$u = u_1 + r_1 \frac{w_1}{m_1}$$

ersetzt werden, unter r_1 eine ganze Zahl verstanden, über die sich so verfügen lässt, dass

$$u = \frac{\pm \varepsilon_1 w_1}{3^{a_1+1}} \tag{24}$$

wird, wo ε_1 und α_1 dieselbe Bedeutung haben wie früher. Somit erhält man offenbar den

Satz 3. Der allgemeine Ausdruck der Systeme von Punkten einer einteiligen Curve dritter Ordnung, die eine reelle vollständige Gruppe bilden, ist

$$(25) \qquad v = \frac{\varepsilon_1 w}{3^{a_1+1}} + k_1 \frac{w}{m_1} \; (k_1 = 0, 1, 2, \ldots m_1 - 1).$$

Dabei bedeutet m_1 eine positive ganze Zahl, 3^{a_1} die höchste in m_1 aufgehende Potenz von 3, ε_1 einen der Werte 0 und 1 und $\pm w$ die reelle primitive Periode.

Zweiter Fall. Die Curve ist zweiteilig. Die Parameterverteilung kann und soll dann so getroffen werden, dass ein primitives Periodenpaar vorhanden ist, bestehend aus einer reellen Grösse w und einer rein imaginären Grösse w' und dass den Punkten des unpaaren Zuges diejenigen Parameter entsprechen, die reellen Werten congruent sind, den Punkten des paaren Zuges aber diejenigen, die nach Subtraktion von $\frac{w'}{2}$ reellen Werten congruent werden. Eine reelle Punktgruppe kann nun entweder aus lauter Punkten des unpaaren Zuges bestehen. Dann findet dieselbe Analyse Platz wie im ersten Falle und eine derartige vollständige Gruppe wird also wieder durch die Gleichung (25) dargestellt. Oder aber die Punktgruppe besteht aus Punkten des paaren und des unpaaren Zuges. Dann bilden zunächst die Punkte des unpaaren Zuges, für sich betrachtet, eine vollständige Gruppe und diese Punkte lassen sich also durch (25) darstellen. Bezeichnet jetzt

$$v_0 = -u + \frac{w'}{2},$$

wo u reell sei, irgend einen Punkt des paaren Zuges, der zur vollständigen Gruppe gehört, so schneiden die Verbindungsgeraden von v_0 mit den Punkten (25) des unpaaren Zuges die übrigen Punkte des paaren Zuges aus. Demnach sind

$$(26) \qquad u - \frac{\varepsilon_1 w}{3^{a_1+1}} - k_1 \frac{w}{m_1} + \frac{w'}{2}, \;\; (k_1 = 0, 1, 2, \ldots m_1 - 1)$$

die sämtlichen dem paaren Zuge angehörigen Punkte der Gruppe. Dabei ist notwendig der Tangentialpunkt von v_0, also der Punkt $-2v_0 = 2u$, ein Punkt des Systems (25), so dass

$$u = \frac{\varepsilon_1 w}{2 \cdot 3^{a_1+1}} + \frac{r \cdot w}{2 m_1}$$

gesetzt werden kann, wo r eine ganze Zahl bedeutet. Bezeichnet

nun ferner 2^{β_1} die höchste Potenz von 2, die in m_1 aufgeht, so lässt sich vorstehender Wert auf die Form bringen

$$u = \frac{2\varepsilon_1 w}{3^{\alpha_1+1}} + \frac{\varepsilon w}{2^{\beta_1+1}} + h \cdot \frac{w}{m_1}, \tag{27}$$

wo ε einer der beiden Werte 0 und 1, sowie h eine ganze Zahl ist. Denn es ergibt sich

$$h = \frac{1}{2}\left(-\varepsilon_1 \frac{m_1}{3^{\alpha_1}} + r - \varepsilon \frac{m_1}{2^{\beta_1}}\right)$$

und dies wird entweder für $\varepsilon = 0$ oder für $\varepsilon = 1$ eine ganze Zahl. Setzt man nun für u den Wert (27) in (26) ein und beachtet, dass man statt $h - k_1$ wieder k_1 schreiben darf, so findet man für die Punkte des paaren Zuges den Ausdruck

$$v = \frac{\varepsilon_1 w}{3^{\alpha_1+1}} + \frac{\varepsilon w}{2^{\beta_1+1}} + k_1 \frac{w}{m_1} + \frac{w'}{2}, \ (k_1 = 0, 1, 2, \ldots m_1 - 1). \tag{28}$$

Man überzeugt sich nun weiter leicht, dass die $2m_1$ Punkte (25) und (28), wenn man ε einen der beiden Werte 0 und 1 beilegt, wirklich eine vollständige Gruppe bilden. Demnach besteht der

Satz 4. Der allgemeine Ausdruck der Systeme von Punkten einer zweiteiligen Curve dritter Ordnung, die eine reelle vollständige Gruppe bilden, ist entweder

$$v = \frac{\varepsilon_1 w}{3^{\alpha_1+1}} + k_1 \frac{w}{m_1}, \ (k_1 = 0, 1, \ldots m_1 - 1), \tag{29}$$

oder diese Gleichung in Verbindung mit

$$v = \frac{\varepsilon_1 w}{3^{\alpha_1+1}} + \frac{\varepsilon w}{2^{\beta_1+1}} + k_1 \frac{w}{m_1} + \frac{w'}{2}, \ (k_1 = 0, 1, \ldots m_1 - 1), \tag{30}$$

je nachdem die Gruppe nur aus Punkten des unpaaren Zuges oder aus Punkten des unpaaren und des paaren Zuges besteht. Dabei bedeutet m_1 eine positive ganze Zahl, 3^{α_1} und 2^{β_1} die höchsten Potenzen von 3 bezw. 2, die in m_1 aufgehen, ε_1 und ε je einen der beiden Werte 0 und 1, endlich w die reelle, w' die rein imaginäre Periode.[1])

4.

Es ist eine naheliegende Frage, ob die diophantische Gleichung dritten Grades

$$f(x, y, z) = 0 \tag{31}$$

[1]) Bezüglich der Sätze 3. und 4. vgl. Poincaré, l. c. p. 173.

so gewählt werden kann, dass sie eine vorgeschriebene endliche Anzahl von Lösungen besitzt. Die vorstehenden Untersuchungen bieten einen gewissen Anhalt für die Erledigung dieser Frage, insofern sie die möglichen Gruppierungen der den Lösungen entsprechenden rationalen Punkte der Curve $f(x, y, z) = 0$ feststellen. Kommen alle diese Gruppierungen wirklich vor? Die Antwort hierauf allgemein zu geben, scheint sehr schwierig zu sein. Doch gelingt es, wie ich nunmehr näher ausführen will, in den niedrigsten Fällen die in Rede stehende Frage, und zwar im bejahenden Sinne, zu erledigen. Zunächst ist es leicht, solche Gleichungen (31) zu bilden, die überhaupt keine Lösung zulassen. Schon Euler[1]) hat ein Beispiel hiefür gegeben, nämlich die Gleichung

$$x^3 + py^3 + p^2 z^3 = 0, \tag{32}$$

wo p eine Primzahl bezeichnet. Der zugrunde liegende Körper ist natürlich der Körper der rationalen Zahlen. Würde die vorstehende Gleichung eine Lösung (x, y, z) besitzen, so müsste darin x durch p teilbar, also etwa $x = p x'$ sein. Dann wäre

$$p^2 x'^3 + y^3 + p z^3 = 0.$$

Folglich müsste auch y durch p teilbar sein. Indem man so weiter schliesst, erkennt man, dass jede der Zahlen x, y, z eine beliebig hohe Potenz von p als Faktor enthalten müsste. Daher folgt $x = y = z = 0$, d. h. die Gleichung (32) besitzt überhaupt keine Lösung. Ein vom algebraischen Standpunkte allgemeineres Beispiel bietet die Gleichung

$$x^3 + 2y^3 + 4z^3 + 9\varphi(x, y, z) = 0, \tag{33}$$

in welcher $\varphi(x, y, z)$ eine beliebig gewählte ganzzahlige Form dritten Grades bezeichnet. In der Tat, besässe die Gleichung (33) eine Lösung (x, y, z), wobei die Zahlen x, y, z ohne einen allen gemeinsamen Teiler vorausgesetzt werden, so würde um so mehr die Congruenz

$$x^3 + 2y^3 + 4z^3 \equiv 0 \pmod 9$$

eine solche Lösung besitzen. Diese Congruenz besteht aber, wie man sich leicht überzeugt, nur dann, wenn die Zahlen x, y, z sämtlich durch 3 teilbar sind.

Das Euler'sche Beispiel (32) lässt sich nach verschiedenen Richtungen verallgemeinern. So besitzt zum Beispiel die diophantische Gleichung

$$a_1 x_1^n + a_2 p x_2^n + a_3 p^2 x_3^n + \cdots + a_n p^{n-1} x_n^n = 0, \tag{34}$$

[1]) Euler, Opera posthuma, I., pag. 217.

in welcher a_1, a_2, $\ldots a_n$ irgend welche durch die Primzahl p nicht teilbare ganze Zahlen bedeuten, keine Auflösung. Noch allgemeiner hat diese Gleichung in einem beliebigen Zahlkörper keine Lösung, wenn für p ein Hauptprimideal des Körpers, für a_1, a_2, $\ldots a_n$ durch p nicht teilbare ganze Zahlen des Körpers genommen werden.

5.

Besitzt die Curve dritter Ordnung (31) einen rationalen Wendepunkt, so wird auch die zugehörige Wendetangente, sowie der von der Wendetangente verschiedene geradlinige Bestandteil der ersten Polare des Wendepunktes rational sein. Indem man diese beiden Geraden und eine geeignet gewählte dritte rationale Gerade als Coordinatengeraden einführt, kann man die Gleichung (31) auf die Weierstrass'sche Normalform bringen:

$$y^2 z = 4x^3 - g_2 x z^2 - g_3 z^3, \tag{35}$$

wo g_2 und g_3 rationale Zahlen, d. h. Zahlen des zugrunde liegenden Zahlkörpers, bedeuten. Diese Gleichung stellt also die allgemeinste Curve dritter Ordnung mit einem rationalen Wendepunkt ($x = 0, y = 1, z = 0$) vor. Soll nun insbesondere die Gleichung (31) nur eine einzige Lösung besitzen, so muss der entsprechende rationale Punkt ein Wendepunkt sein und die Gleichung lässt sich also auf die Gestalt (35) bringen. Macht man die Gleichung (35) inhomogen, indem man $z = 1$ setzt und ändert die Bezeichnung in der Weise ab, dass man a für $-\frac{1}{4}g_2$, ferner b für $-\frac{1}{4}g_3$ und $2y$ für y schreibt, so erhält man den

Satz 5. Die Gleichung

$$y^2 = x^3 + ax + b \tag{36}$$

stellt die allgemeinste Curve dritter Ordnung mit einem einzigen rationalen Punkt (ihrem unendlich fernen Wendepunkt) vor, wenn die rationalen Zahlen a und b so gewählt werden, dass die Quadratwurzel

$$\sqrt{x^3 + ax + b} \tag{37}$$

für jeden rationalen Wert von x irrational ist.

Beispiele solcher Curven, wobei der zugrunde liegende Körper der Körper der rationalen Zahlen ist, sind schon in der älteren Literatur vorhanden. So trägt zum Beispiel die Curve[1])

$$x^3 + y^3 + 4z^3 = 0 \tag{38}$$

[1]) Legendre, Théorie des nombres, t. II, No. 333, 334. (S. 13 der deutschen Übersetzung, Leipzig 1886.)

nur den einen rationalen Punkt $x = 1$, $y = -1$, $z = 0$. Die entsprechende Quadratwurzel (37) lautet

$$\sqrt{x^3 + \frac{4}{27}},$$

die also für jedes rationale x einen irrationalen Wert besitzt. Diese Wurzel lässt sich übrigens vermöge der Substitution von $\frac{1}{3} x$ für x auch durch $\sqrt{3(x^3 + 4)}$ ersetzen. Allgemeinere Beispiele von diophantischen Gleichungen dritten Grades mit nur einer Lösung haben Pépin und Lucas[1]) gegeben. Das Hauptergebnis, welches diese Autoren in den unten zitierten Arbeiten erhalten haben, möchte ich hier kurz auf neuem Wege begründen.

Dabei bediene ich mich einer Methode, die ich seit vielen Jahren in meinen Vorlesungen verwende und die, wenn sie auch im Grunde genommen auf die «méthode de descente» von Fermat hinauskommt, doch vor dieser meist den Vorzug grösserer Kürze und Übersichtlichkeit besitzt. Die Methode besteht darin, dass ich unter der Annahme der Existenz von Lösungen einer diophantischen Gleichung eine solche Lösung betrachte, welcher eine gewisse Minimumseigenschaft zukommt, wie das aus dem nunmehr zu betrachtenden Beispiel näher erhellen wird. Im Körper der dritten Einheitswurzeln, in welchen sich die folgenden Betrachtungen bewegen, behalten bekanntlich die reellen Primzahlen p von der Form $3k + 2$ ihren Primzahlcharakter. Ferner hat, in bezug auf eine solche Primzahl als Modul, die Congruenz

$$x^3 \equiv \varepsilon \pmod{p}, \tag{39}$$

unter ε eine der Einheiten ± 1, $\pm \varrho$, $\pm \varrho^2$, $\left(\varrho = \frac{-1 + \sqrt{-3}}{2}\right)$ verstanden, nur dann eine Lösung, wenn

$$\varepsilon^{\frac{p^2-1}{3}} = \varepsilon^{(k+1)(3k+1)} \equiv 1 \pmod{p}$$

ist. Falls nun $k + 1$ nicht durch drei teilbar ist, falls also k eine der beiden Formen $3h$ und $3h + 1$ besitzt, ist die vorstehende Congruenz nur für $\varepsilon = \pm 1$ erfüllt. Es gilt also der folgende nachher zu verwendende Hülfssatz: Wenn die Primzahl p von einer der beiden Formen $9h + 2$ und $9h + 5$ ist, so kann die Congruenz (39) für eine ganze Zahl x des Körpers nicht anders bestehen, als wenn die Einheit ε einen der Werte $+1$ und -1 besitzt.

---

[1]) Pépin, Journal de mathématiques pures et appliquées, Série 2, t. 15, p. 217 (1870). Lucas, Nouvelles Annales, Série 2, t. 17, p. 507 (1878), t. 19, p. 206 (1880).

Ich betrachte nun im Körper der dritten Einheitswurzeln die Gleichung

$$x^3 + y^3 + \varepsilon a z^3 = 0. \tag{40}$$

Darin soll $a > 2$ sein und eine reelle Primzahl von einer der beiden Formen $9h+2$ und $9h+5$, oder das Quadrat einer solchen Primzahl, ferner ε eine Einheit des Körpers bedeuten. Als Unbekannte werden die drei Zahlen x, y, z (ganze Zahlen des Körpers) und die Einheit ε betrachtet. Einer jeden Lösung der Gleichung ordne ich die Norm $N(xyz)$ des Produktes xyz zu. Diese Norm ist eine nicht negative ganze Zahl und soll die „Höhe“ der betreffenden Lösung heissen. Angenommen, es existieren Lösungen von nicht verschwindender Höhe. Dann sei (x, y, z, ε) diejenige oder eine derjenigen unter ihnen von möglichst kleiner Höhe. Bezeichnet man nun die Zahlen

$$x+y,\ \varrho x+\varrho^2 y,\ \varrho^2 x+\varrho y$$

in irgend einer Reihenfolge mit α, β, γ, so ist

$$\alpha+\beta+\gamma=0,\quad \alpha\beta\gamma+\varepsilon a z^3=0, \tag{41}$$

und weiter, wenn δ den grössten gemeinsamen Teiler von α, β, γ bezeichnet,

$$\frac{\alpha}{\delta}\cdot\frac{\beta}{\delta}\cdot\frac{\gamma}{\delta}=-\varepsilon a\left(\frac{z}{\delta}\right)^3. \tag{42}$$

Die Faktoren der linken Seite sind hier zu je zweien teilerfremd; denn da ihre Summe verschwindet, würde ein in zweien aufgehender Primfaktor auch im dritten aufgehen. Hieraus folgt, dass die Primfaktoren der rechten Seite sich auf die einzelnen Faktoren der linken Seite verteilen und also

$$\frac{\alpha}{\delta}=\varepsilon' x_1^3,\ \frac{\beta}{\delta}=\varepsilon'' y_1^3,\ \frac{\gamma}{\delta}=\varepsilon''' a z_1^3;\ \frac{z}{\delta}=x_1 y_1 z_1 \tag{43}$$

gesetzt werden kann, wobei ε', ε'', ε''' Einheiten bedeuten. Wegen $\alpha+\beta+\gamma=0$ ergibt sich

$$x_1^3+\eta y_1^3+\varepsilon_1 a z_1^3=0, \tag{44}$$

unter η und ε_1 wieder Einheiten verstanden. Nach dem obigen Hülfssatz ist notwendig $\eta=\pm 1$, so dass $(x_1, \pm y_1, z_1, \varepsilon_1)$ eine Lösung von (40) vorstellt, deren Höhe $N(x_1 y_1 z_1)=N\left(\frac{z}{\delta}\right)$ ist. Da diese Höhe mindestens den Wert $N(xyz)$ erreichen muss, folgt

$$N\left(\frac{z}{\delta}\right)\geqq N(xyz),\ 1\geqq N(xy\delta), \tag{45}$$

was nur sein kann, wenn x, y, δ Einheiten sind. Es würde also $x^3 = \pm 1$, $y^3 = \pm 1$ und folglich, da in (40) $a > 2$ vorausgesetzt wurde, $z = 0$ sein müssen, was der Ungleichung $N(xyz) > 0$ widerspricht. Demnach kann es keine Lösung der Gleichung (40) von nicht verschwindender Höhe geben. Ist aber die Höhe Null, so ist notwendig $z = 0$, $x^3 = -y^3$, und es sind also $x = -1$, $y = 1, \varrho, \varrho^2$, $z = 0$, ε eine beliebige Einheit, die einzigen Lösungen, welche die Gleichung (40) zulässt. Insbesondere gilt also der

Satz 6. Im Körper der rationalen Zahlen besitzt die Curve

$$x^3 + y^3 + az^3 = 0 \tag{46}$$

nur den einen rationalen Punkt $x = 1$, $y = -1$, $z = 0$. Dabei bedeutet $a > 2$ eine Primzahl von der Form $9h+2$ oder $9h+5$ oder das Quadrat einer solchen Primzahl.

6.

Im Falle $a = 2$ ist die vorstehende Betrachtung ein wenig zu modifizieren. Offenbar gibt es jetzt die Lösungen $x^3 = 1$, $y^3 = 1$, $z^3 = 1$, $\varepsilon = -1$, welche sämtliche Lösungen von der Höhe 1 umfassen. Man betrachte also zunächst nur die Lösungen, deren Höhe $N(xyz) > 1$ ist. Bedeutet, unter der Voraussetzung, dass solche existieren, x, y, z, ε eine unter ihnen von minimaler Höhe, so ergibt die aus ihr abgeleitete Lösung x_1, $\pm y_1$, z_1, ε_1 entweder wieder die Bedingung (45), oder es muss die Höhe $N(x_1 y_1 z_1)$ gleich 1 sein. Die weitere Diskussion führt dann zu dem Resultat, dass die Gleichung

$$x^3 + y^3 + 2\varepsilon z^3 = 0$$

im Körper der dritten Einheitswurzeln keine anderen Lösungen zulässt als die durch

$$x^3 = 1,\ y^3 = -1,\ z = 0 \quad \text{oder} \quad x^3 = 1,\ y^3 = 1,\ z^3 = 1,\ \varepsilon = -1$$

charakterisierten. Insbesondere folgt[1])

Satz 7. Die Curve dritter Ordnung

$$x^3 + y^3 + 2z^3 = 0 \tag{47}$$

besitzt im Körper der rationalen Zahlen nur zwei rationale Punkte

$$x = 1,\ y = -1,\ z = 0 \text{ und } x = y = 1,\ z = -1.$$

---

[1]) Vgl. Legendre, Théorie des nombres, t. II, No. 333.

Der eine dieser beiden Punkte ist Wendepunkt der Curve, während der andere diesen Wendepunkt zum Tangentialpunkt hat.

7.

Ich wende mich nun zu dem Falle von genau drei rationalen Punkten. Nach Satz 2 müssen diese entweder die vollständige Gruppe

$$0, \frac{w_1}{3}, \frac{2w_1}{3}, \tag{48}$$

oder die vollständige Gruppe

$$\frac{w_1}{9}, \frac{w_1}{9} + \frac{w_1}{3}, \frac{w_1}{9} + \frac{2w_1}{3} \tag{49}$$

bilden. Geometrisch bedeutet dieses, dass sie entweder mit drei in einer Geraden liegenden Wendepunkten zusammenfallen oder ein Dreieck ABC bilden müssen von der Eigenschaft, dass jede Ecke Tangentialpunkt der folgenden, also A von B, B von C und C von A ist.

Satz 8. Im Körper der rationalen Zahlen wird der erste Fall realisiert durch die Fermat'sche Gleichung

$$x^3 + y^3 + z^3 = 0, \tag{50}$$

der zweite Fall durch die Gleichung

$$x^2y + y^2z + z^2x = 0. \tag{51}$$

In der Tat besitzt bekanntlich die Gleichung (50) nur die Lösungen

$$(x, y, z) = (0, 1, -1),\ (1, 0, -1),\ (1, -1, 0),$$

die Gleichung (51) aber[1]) nur die Lösungen

$$(x, y, z) = (1, 0, 0),\ (0, 1, 0),\ (0, 0, 1).$$

Betrachtet man allgemein in irgend einem Zahlkörper eine Curve dritter Ordnung, auf welcher drei Punkte (48) rational sind, so lässt sich ihre Gleichung auf eine einfache Form bringen. Sind nämlich

$$z = 0,\ x_1 = 0,\ x_2 = 0,\ x_3 = 0 \tag{52}$$

die offenbar rationalen Gleichungen der die Punkte (48) tragenden Wendegeraden bezw. der in ihnen berührenden Wendetangenten, so kann die Gleichung der Curve

$$x_1 x_2 x_3 = z^3$$

---

[1]) Siehe meine Note: Über die diophantische Gleichung $x^3y + y^3z + z^3x = 0$, Math. Annalen Bd. 65, S. 428.

geschrieben werden, wobei zwischen x_1, x_2, x_3, z eine lineare homogene Relation mit Coefficienten, die dem Zahlkörper angehören, besteht. Gehen die drei Wendetangenten durch einen Punkt, so sind x_1, x_2, x_3 voneinander abhängig, sonst nicht. Je nachdem der eine oder der andere Fall vorliegt, kann man durch zweckmässige Wahl des Coordinatensystems die Gleichung der Curve auf eine der Formen

$$az^3 = xy(x+y) \tag{53}$$

$$a(x+y+z)^3 = bxyz \tag{53'}$$

bringen, unter a und b von Null verschiedene ganze Zahlen des Körpers verstanden. Der Fall $a=1$ der Gleichung (53) führt, wie leicht zu sehen, im Körper der rationalen Zahlen auf die Fermat'sche Gleichung zurück.

Es sei jetzt vorausgesetzt, dass eine Curve dritter Ordnung in irgend einem Zahlkörper drei rationale Punkte (49) trägt. Dann wird ihre Gleichung bezogen auf das Dreieck ABC als Coordinatendreieck lauten:

$$ax^2y + by^2z + cz^2x + \partial xyz = 0, \tag{54}$$

wo a, b, c, ∂ ganze Zahlen des Körpers bezeichnen. Es ist sehr bemerkenswert, dass sich dieser Fall durch birationale Transformation[1]) auf den, wo drei in gerader Linie liegende Wendepunkte rational sind, zurückführen lässt. Setzt man nämlich

$$\begin{cases} x:y:z = x'y':z'^2:z'y', \\ x':y':z' = xy:z^2:zy, \end{cases} \tag{55}$$

so geht (54) über in

$$bz'^3 + x'y'(ax' + cy' + \partial z') = 0,$$

eine Gleichung, die auf eine der beiden Formen (53) und (53') zurückkommt.

8.

Nach Satz 2 bietet eine vollständige Gruppe von vier Punkten zwei Möglichkeiten. Die Parameter einer solchen Gruppe lauten nämlich entweder

$$0, \frac{w}{4}, 2\cdot\frac{w}{4}, 3\cdot\frac{w}{4} \tag{56}$$

[1]) Ein näheres Eingehen auf die birationalen Transformationen, die naturgemäss in der Theorie der diophantischen Gleichungen höheren Geschlechts eine wichtige Rolle spielen, muss ich mir hier versagen. Man vergleiche übrigens die oben zitierte Abhandlung von Poincaré.

oder aber

$$0, \frac{w}{2}, \frac{w'}{2}, \frac{w+w'}{2}. \tag{57}$$

Die Punkte (56), die ich der Reihe nach mit P_0, P_1, P_2, P_3 bezeichnen will, haben folgende Constellation: P_0 ist Wendepunkt, P_2 hat P_0 zum Tangentialpunkt, P_1 und P_3 liegen mit P_0 in einer Geraden und haben P_2 als gemeinsamen Tangentialpunkt. Ich betrachte nun folgende Geraden, die sämtlich rationale Gleichungen besitzen, wenn — wie ich jetzt voraussetzen will — die Punkte (56) rational sind:

$y = 0$, die Gerade $P_0\, P_1\, P_3$,
$z = 0$, die Gerade $P_0\, P_2\, P_2$,
$w = 0$, die Gerade $P_0\, P_0\, P_0$,
$x = 0$, die Gerade $P_2\, P_1\, P_1$,
$t = 0$, die Gerade $P_2\, P_3\, P_3$,

Jede Gerade ist hier durch ihre drei Schnittpunkte mit der Curve charakterisiert. Die neun Schnittpunkte der Geraden $w = 0$, $x = 0$, $t = 0$ mit der Curve werden auch durch $z = 0$ und die doppelt gedachte Gerade $y = 0$ ausgeschnitten. Daher hat die Gleichung der Curve die Form

$$y^2 z + \alpha w x t = 0, \tag{58}$$

unter α eine rationale Zahl des Körpers verstanden. Die Geraden $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$ bilden das Dreieck $P_0\, P_1\, P_2$, welches als Coordinatendreieck gewählt werde. Dann kann

$$w = y + \beta z, \quad t = x + \gamma z$$

genommen werden, wo wieder β und γ rationale Zahlen des Körpers bezeichnen, die, ebenso wie α, von Null verschieden sind. Indem man γx statt x und βy statt y schreibt, erhält (58) die Gestalt

$$a y^2 z + x\,(x + z)\,(y + z) = 0, \ (a \text{ rationale Zahl des Körpers}). \tag{59}$$

Umgekehrt stellt (59) für jede Wahl der von Null verschiedenen Zahl a eine Curve der betrachteten Art dar. Man hat also den

Satz 9. Die allgemeinste Curve dritter Ordnung mit vier rationalen Punkten (56) wird durch die Gleichung

$$x\,(x + z)\,(y + z) + a y^2 z = 0 \tag{60}$$

dargestellt, wo a eine von Null verschiedene Zahl des zugrunde gelegten Zahlkörpers bedeutet.

Wann wird die Curve (60) ausser den Punkten (56), für welche offenbar entweder $y = 0$ oder $z = 0$ oder $y + z = 0$ wird, keinen weiteren rationalen Punkt tragen?

Hierfür ist notwendig und hinreichend, dass die nach x genommene Diskriminante der Gleichung (60), d. h.

$$\Delta = z(y+z)(z(y+z) - 4ay^2) \tag{61}$$

nur für $yz(y+z) = 0$ das Quadrat einer rationalen Zahl der Körpers wird. Durch die Substitution

$$z = u - v, \quad y = 2v$$

wird

$$\Delta = (u^2 - v^2)(u^2 - (1+16a)v^2), \tag{62}$$

und es gilt also der

Satz 10. Die Curve (60) wird dann und nur dann ausser den vier Punkten (56) keinen weiteren rationalen Punkt tragen, wenn die rationale Zahl a des Körpers der Bedingung genügt, dass

$$\sqrt{(u^2 - v^2)(u^2 - (1+16a)v^2)}$$

für zwei rationale Zahlen u, v stets irrational ist, ausser für $v = 0$ und für $u = \pm v$. Im Körper der rationalen Zahlen tritt dies zum Beispiel ein, wenn $a = -\frac{1}{8}$ genommen wird, da dann die Quadratwurzel gleich $\sqrt{u^4 - v^4}$ wird.[1])

Ich wende mich nun zur Betrachtung derjenigen Curven, die vier rationale Punkte der Constellation (57) tragen. Seien P_0, P_1, P_2, P_3 diese vier Punkte. Dann ist P_0 Wendepunkt und P_1, P_2, P_3 sind die Punkte, deren Tangentialpunkte mit P_0 zusammenfallen. Wenn also der Reihe nach

$$x = 0,\ y = 0,\ z = 0,\ t = 0,\ w = 0$$

die Gleichungen der Geraden

$$P_0P_0P_0,\ P_1P_2P_3,\ P_0P_1P_1,\ P_0P_2P_2,\ P_0P_3P_3$$

sind, so wird

$$y^2x = ztw$$

die Gleichung der Curve. Die Geraden $t = 0$ und $w = 0$ gehen durch den Schnittpunkt von $x = 0$ und $z = 0$. Bei passender Bestimmung der constanten Faktoren, die in den Linearformen x, y, z, t, w willkürlich bleiben, wird daher

---

[1]) Das Beispiel der Curve $a = -\frac{1}{8}$ rührt von B. Levi her. Siehe l. c. Nota II, p. 13. Ein anderes Beispiel liefert die Annahme $a = -\frac{1}{4}$. Doch ist mein Beweis dafür, dass $(u^2 - v^2)(u^2 + 3v^2)$ für zwei ganze rationale Zahlen u, v niemals ein Quadrat wird, ausser für $v = 0$ oder $u = \pm v$, ziemlich umständlich.

$$t = x + az,\ w = x + bz.$$

So findet man als

Satz 11. Die allgemeinste Curve dritter Ordnung mit vier rationalen Punkten (57) wird durch die Gleichung

$$y^2 x = z(x + az)(x + bz) \tag{63}$$

dargestellt, wo a und b von Null verschiedene Zahlen des zugrunde gelegten Zahlkörpers bedeuten.

Man erkennt leicht, dass man diesen Satz ergänzen kann durch

Satz 12. Soll die Curve (63) ausser den vier Punkten (57) keinen weiteren rationalen Punkt tragen, so haben die Zahlen a und b der Bedingung zu genügen, dass

$$\sqrt{x(x+a)(x+b)}$$

für keine rationale Zahl x des Körpers rational wird ausser für $x = 0, -a, -b$. Im Körper der rationalen Zahlen ist diese Bedingung zum Beispiel für $a = 1, b = -1$ erfüllt.[1]) Denn $\sqrt{x(x^2-1)}$ ist für keinen rationalen Wert von x, ausser für $x = 0,\ 1,\ -1$ rational, wie das wieder aus dem Fermat'schen Satze leicht folgt, nach welchem $u^4 - v^4$ niemals ein Quadrat wird ausser für $v = 0$ und $u = \pm v$.

9.

Es mögen hier zum Schluss noch einige Sätze über solche Curven dritter Ordnung Platz finden, die unendlich viele rationale Punkte tragen. Dabei will ich der Kürze halber nur den Fall betrachten, wo die Curve reell ist. Die Curve besteht dann aus einem oder aus zwei Zügen. In meiner oben zitierten Arbeit über die Schröter'sche Konstruktion der Curven dritter Ordnung habe ich nun bewiesen, dass die Punkte $(3k+1)u$ $(k = 0, \pm 1, \pm 2 \ldots)$, wenn u kein Periodenteil ist, den unpaaren Zug stets überall dicht überdecken und dass der eventuell vorhandene paare Zug entweder gar keinen dieser Punkte trägt, oder aber ebenfalls von jenen Punkten überall dicht erfüllt ist. Hieraus folgt der bemerkenswerte

Satz 13. Trägt eine reelle Curve dritter Ordnung unendlich viele rationale Punkte, so überdecken diese den unpaaren Zug der Curve stets überall dicht, während der eventuell vorhandene paare Zug entweder ebenfalls von jenen Punkten überall dicht überdeckt ist oder gar keinen Punkt trägt.[2])

---

[1]) Auch dieses Beispiel findet sich bei B. Levi, Nota II, p. 22.

[2]) Ohne Beweis auch von Poincaré angegeben, l. c. p. 173.

Es erhebt sich hier die Frage, ob die in dem Satze charakterisierten Fälle tatsächlich vorkommen. Hierüber gibt im Körper der rationalen Zahlen der folgende Satz bis zu einem gewissen Punkte Aufschluss:

Satz 14. Die Curve

$$a x^3 + b y^3 + c z^3 + \partial x y z = 0 \tag{64}$$

trägt entweder keinen oder unendlich viele rationale Punkte. Dabei bezeichnen a, b, c, ∂ ganze rationale Zahlen, welche den folgenden Bedingungen genügen: die Zahlen a, b, c sind von Null verschieden und zu je zweien teilerfremd, keine derselben ist durch das Quadrat einer Primzahl teilbar und höchstens eine unter ihnen ist eine Einheit, d. h. gleich ± 1.

Bezeichnen x, y, z die Coordinaten eines rationalen Punktes der Curve, so dürfen und sollen x, y, z als ganze Zahlen ohne einen allen gemeinsamen Teiler vorausgesetzt werden. Es sind dann auch x, y, z zu je zweien teilerfremd. Denn hätten zum Beispiel x und y den gemeinsamen Primfaktor p, so ginge p^2 in cz^3 und folglich p auch in z auf. Ferner sind x, y, z von Null verschieden. Denn nach den über a, b, c gemachten Voraussetzungen sind diejenigen Punkte der Curve, für welche eine der Coordinaten verschwindet (die Wendepunkte) sicher irrational. Angenommen nun die Curve (64) trage rationale Punkte und zwar in endlicher Anzahl. Als Höhe des einzelnen Punktes x, y, z bezeichne ich wieder den Wert von $|xyz|$, welcher nach dem Vorausgeschickten stets eine positive ganze Zahl ist. Ich betrachte nun denjenigen oder einen derjenigen Punkte, für welche die Höhe einen möglichst grossen Wert besitzt. Ist (x, y, z) dieser Punkt und $(x' y' z')$ sein Tangentialpunkt, so ist dann sicher

$$|x' y' z'| \leq |xyz|. \tag{65}$$

Nun hat man weiter[1])

$$x' : y' : z' = x(by^3 - cz^3) : y(cz^3 - ax^3) : z(ax^3 - by^3) \tag{66}$$

und also, wenn δ den grössten gemeinsamen Teiler der drei (sämtlich von Null verschiedenen) Zahlen rechter Hand bezeichnet,

$$x' = \frac{1}{\delta} x(by^3 - cz^3),\ y' = \frac{1}{\delta} y(cz^3 - ax^3),\ z' = \frac{1}{\delta} z(ax^3 - by^3). \tag{67}$$

Es ist aber δ zu x, y, z teilerfremd. Hätte nämlich δ zum Beispiel

[1]) Vgl. z. B. Desboves, Résolution, en nombres entiers et sous la forme la plus générale, de l'équation cubique, homogène à trois inconnues. Nouvelles Annales, 3e série, t. V, p. 545—579 (1886).

mit x einen gemeinsamen Primfaktor, so würde dieser, da er weder in y noch in z, wohl aber in den Zählern von y' und z' aufgeht, Teiler von c und b sein, während c und b nach Voraussetzung teilerfremd sind. Hieraus folgt nun, dass

$$(68)\quad \xi = \frac{1}{\delta}(by^3 - cz^3),\ \eta = \frac{1}{\delta}(cz^3 - ax^3),\ \zeta = \frac{1}{\delta}(ax^3 - by^3)$$

ganze Zahlen sind. Trägt man die Werte von x', y', z' aus (67) in (65) ein, so ergibt sich

$$|\xi\eta\zeta| \leq 1,$$

also

$$\xi = \pm 1,\ \eta = \pm 1,\ \zeta = \pm 1.$$

Dies ist aber unverträglich mit der Tatsache, dass $\xi + \eta + \zeta = 0$ ist. Demnach ist es unmöglich, dass die betrachtete Curve rationale Punkte in endlicher Anzahl trägt, w. z. b. w.

Beispielsweise hat die diophantische Gleichung

$$x^3 + 2y^3 + 3z^3 = 0$$

unendlich viele Lösungen, da sie die eine Lösung $x = y = 1$, $z = -1$ besitzt.

Ich betrachte jetzt die Curve (64) unter der Annahme, dass zwei der Zahlen a, b, c, etwa a und b, gleich 1, die dritte c aber von ± 1 verschieden und nicht durch das Quadrat einer Primzahl teilbar sei. Die Curve, deren Gleichung jetzt

$$(69)\quad x^3 + y^3 + cz^3 + \partial xyz = 0$$

lautet, trägt offenbar den rationalen Punkt

$$(70)\quad x = 1,\ y = -1,\ z = 0.$$

Dieser ist ein Wendepunkt und der einzige rationale Punkt von der Höhe $|xyz| = 0$. Angenommen, es gäbe ausserdem noch weitere rationale Punkte, aber nur in endlicher Anzahl. Dann sei (x, y, z) einer unter ihnen von maximaler Höhe. Sein Tangentialpunkt

$$x' : y' : z' = x(y^3 - cz^3) : y(cz^3 - x^3) : z(x^3 - y^3)$$

muss dann die Höhe Null haben, also mit (70) zusammenfallen, da die gegenteilige Annahme, wie oben, auf einen Widerspruch führt. Somit ist notwendig $z' = 0$, d. h.

$$x = y = 1$$

und, wegen (69),

$$2 + cz^3 + \partial z = 0.$$

Daher muss z als Divisor von 2 einen der Werte ± 1, ± 2 besitzen und zugleich, je nachdem,

$$2 \pm (c + \partial) = 0, \quad 1 \pm (4c + \partial) = 0 \tag{71}$$

sein. Die einzigen Fälle, in denen die Curve (69) mehr als einen rationalen Punkt, jedoch nur endlich viele im ganzen, tragen kann, sind also die folgenden vier:

$$\begin{cases} x^3 + y^3 + cz^3 - (c \pm 2)\, xyz = 0, \\ x^3 + y^3 + cz^3 - (4c \pm 1)\, xyz = 0, \end{cases} \tag{72}$$

wobei die Punkte $x = 1$, $y = 1$, $z = \pm 1$ und $x = 1$, $y = 1$, $z = \pm 2$ bezüglich auf den Curven von maximaler Höhe sind. Können dann noch weitere solche Punkte vorhanden sein? Dies ist leicht festzustellen, da man von vornherein weiss, dass die Höhe eines solchen Punktes nur 1 bezw. 2 sein kann. Die Diskussion ergibt sofort, dass in keinem Falle ein solcher Punkt existiert. Daher gilt der

Satz 15. Die Curve

$$x^3 + y^3 + cz^3 + \partial xyz = 0 \tag{73}$$

trägt entweder einen, oder zwei, oder unendlich viele rationale Punkte. Dabei bezeichnen c und ∂ zwei ganze rationale Zahlen, von denen die erstere nicht durch das Quadrat einer Primzahl teilbar und von ± 1 verschieden ist. Der mittlere Fall, in welchem die Curve genau zwei rationale Punkte trägt, kann nur eintreten, wenn die Gleichung (73) eine der vier Formen (72) besitzt.

Endlich betrachte ich die Curve

$$x^3 + y^3 + z^3 + \partial xyz = 0, \tag{74}$$

welche die drei rationalen Punkte $(1, -1, 0)$, $(1, 0, -1)$, $(0, 1, -1)$ trägt. Die ganze Zahl ∂ soll nur der Einschränkung unterliegen, dass die Curve (74) vom Geschlecht 1 ist, d. h. es soll ∂ von -3 verschieden sein. Die analogen Betrachtungen wie in den vorhergehenden Fällen lehren nun: soll die Curve (74) ausser den drei genannten noch weitere rationale Punkte, im ganzen aber endlich viele solche Punkte tragen, so muss der Tangentialpunkt

$$x' : y' : z' = x(y^3 - z^3) : y(z^3 - x^3) : z(x^3 - y^3)$$

des rationalen Punktes (x, y, z) mit einem jener drei Punkte zusammenfallen, falls (x, y, z) von maximaler Höhe ist. Es müssen für diesen Punkt demnach zwei der drei Coordinaten einander gleich, zum

Beispiel $x = y = 1$ sein. Für die dritte Coordinate z folgt dann aus (74)

$$2 + z^3 + \partial z = 0,$$

also $z = \pm 1$ oder ± 2 und $2 \pm (1 + \partial) = 0$ oder $1 \pm (4 + \partial) = 0$. Da $\partial = -3$ ausgeschlossen bleibt, sind

$$\partial = 1 \text{ und } \partial = -5$$

die einzigen in Betracht kommenden Werte von ∂. Es gilt also der

Satz 16. Bezeichnet ∂ eine von 1, -3 und -5 verschiedene ganze Zahl, so trägt die Curve

$$x^3 + y^3 + z^3 + \partial xyz = 0$$

drei rationale Punkte oder deren unendlich viele.

Was die den Annahmen $\partial = 1$ und $\partial = -5$ entsprechenden speziellen Curven

$$x^3 + y^3 + z^3 + xyz = 0,$$
$$x^3 + y^3 + z^3 - 5xyz = 0$$

betrifft, so trägt jede von ihnen sechs sofort angebbare rationale Punkte. Würden auf einer dieser Curven noch weitere rationale Punkte liegen, so müssten sogleich unendlich viele auf ihr vorhanden sein. Es ist mir aber nicht gelungen festzustellen, ob jene sechs Punkte die einzigen rationalen Punkte sind oder nicht. —

Betrachtet man die Gesamtheit aller rationalen Punkte auf einer Curve dritter Ordnung, so liegt es nahe, nach „fundamentalen“ unter ihnen zu fragen, d. h. nach solchen, aus denen alle übrigen durch die wiederholte Anwendung der fundamentalen Konstruktion abgeleitet werden können. Dass man endlich viele „fundamentale“ angeben kann, wenn es überhaupt nur endlich viele rationale Punkte auf der Curve gibt, ist selbstverständlich. Wenn aber die Anzahl der rationalen Punkte auf der Curve unendlich ist, so spricht a priori nichts dafür, dass auch dann immer endlich viele fundamentale Punkte vorhanden sind. Bis also dieses nicht bewiesen ist, sind die auf diese Annahme gegründeten Bemerkungen von Poincaré in seiner mehrfach zitierten Arbeit entsprechend zu modifizieren.

Die Bedeutung des Sauerstoffes für die aquatile Fauna.

Von

J. W. Fehlmann.

Nach einem in der Zürcher freien hydrobiolog. Vereinigung gehaltenen Vortrag.

(Als Manuskript eingegangen am 27. Februar 1917.)

(Die Zahlen hinter den Autornamen verweisen auf die entsprechenden Nummern im Literaturverzeichnis.)

Als Kolkwitz und Marsson (9) ihr ökologisches System der tierischen Saprobien aufstellten, sprachen sie den Satz aus: „Wir glauben schon jetzt darauf hinweisen zu können, dass die überwiegende Mehrzahl der in den Gewässern lebenden Tiere weiter in verschmutzte Zonen vorzurücken vermag, als man bisher anzunehmen geneigt war; Bedingung ist oft nur, dass der nötige Gehalt an Sauerstoff vorhanden ist“. Im O_2-Gehalt vermuten die beiden Forscher also schon im Jahre 1909 den massgebenden Faktor für das Verhalten vieler Tiere gegenüber organischer Verunreinigung. Seither haben sich derartige Andeutungen hie und da wiederholt, bis Thienemann (19) 1915 die Erkenntnis von der Bedeutung des Sauerstoffes in klarer Weise so formulierte: „Untersucht man den Einfluss näher, den die Fäulnis auf die Zusammensetzung der Fauna des Wassers ausübt, so zeigt sich, dass nicht etwa Fäulnisgifte es sind, die das biologische Bild verändert haben. Es ist vielmehr der durch die Fäulnis hervorgerufene Sauerstoffschwund im Wasser, auf den jene Veränderungen zurückzuführen sind. Je stärker die Fäulnis, um so mehr verschwindet — ceteris paribus — der ursprünglich im Wasser gelöste Sauerstoff, um so mehr treten auch an Stelle der Oligosaprobien die Organismen der mesosaproben und schliesslich der polysaproben Zone. Wo dagegen durch äussere Umstände — z. B. starke Strömung, Wasserfälle oder dergl. — einem Wasserlauf reichlich Sauerstoff zugeführt wird, da können „Reinwasser“-Organismen eventuell auch vorhanden sein, wenn selbst grosse Mengen organischer, fäulnisfähiger Stoffe dem Wasser zufliessen“.

Weiterhin haben Birge und Juday (1) in ihrem klassischen Werk: „The Inland lakes of Wisconsin“ den Nachweis erbracht, dass

bei völligem Sauerstoffschwund auch der grössere Teil der Planktozoen die betreffende Wassertiefe verlässt, um oberflächlichere, sauerstoffreichere Schichten aufzusuchen, während einzelne Arten, wie z. B. *Cyclops bicuspidatus,* auch nur mit Spuren von O_2 auszukommen vermögen und infolgedessen in der Tiefenzone ausharren.

Ausserordentlich deutlich wird diese verschiedene Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt auch durch das folgende, einfache und landläufige Experiment:

Gibt man in eine Flasche ein grösseres Quantum Planktonkrebse aus einem unserer grossen Seen, verschliesst das Glas dicht und beobachtet nun das Absterben des eingeschlossenen Planktons (wobei durch Eintauchen der Flasche in entsprechend temperiertes Wasser die Einwirkung der Lufttemperatur auszuschalten ist), so kann, gewöhnlich ohne Schwierigkeiten, die folgende Stufenleiter festgestellt werden: Zuerst erstickt *Bythotrephes,* dann *Leptodora,* ihr folgt *Daphnia; Diaptomus* und *Cyclops* bleiben lange Zeit lebend. *Diaptomus* geht nach und nach auch ein, und schliesslich bleibt nach Tagen nur mehr *Cyclops* übrig neben einer grossen Zahl von Nauplien. Ja selbst wenn der Flascheninhalt in stinkende Fäulnis übergeht, kann *Cyclops* am Leben bleiben, und *Cyclops viridis* vor allem überdauert sozusagen regelmässig selbst das extremste Stadium der Fäulnis.

Durch dieses Experiment dürfte eine starke Stütze gewonnen sein für die Behauptung, die Planktoncrustaceen seien nicht alle in gleichem Masse abhängig vom Sauerstoffgehalt des Wassers, sondern das Verhalten gegenüber O_2-Schwund sei ein graduell verschiedenes.

Bythotrephes scheint unter den Planktoncrustaceen des erwähnten Experimentes den grössten Sauerstoffgehalt zu beanspruchen. Vielleicht dürfte hier die Erklärung für sein rätselhaftes Verschwinden aus dem Zürichsee zu suchen sein. Er ist Sommer- und Herbstform; sein Entwicklungsmaximum fällt in die Zeit der Sommerstagnation oder der eben beginnenden Teilzirkulation, in die Zeit also, wo Kunz (10) seine niedrigsten O_2-Zahlen fand. (30. August und 3. September 1 cm^3/L. Defizit = 7,43 cm^3/L.) Da auch eine Reihe anderer Veränderungen im Zooplankton des Zürichsees (Massenentwicklung von Infusorien *(Amphileptus)*, Austausch von *Bosmina coregoni* durch *B. longirostris* [1]) im Jahre 1916 usw.) darauf schliessen lässt, dass der Zürichsee sich in seinem ganzen Charakter mehr dem Typus der kleinern Seen nähert und sich vom Charakter

[1]) *B. longirostris* kommt nach Thienemann (16), (pag. 316) nur in den Maaren des Typus II vor. Sonst ist der Krebs in kleinen Seen beheimatet, während *B. coregoni* mehr die grossen besiedelt.

des Genfer-, Boden- und Vierwaldstättersees mehr und mehr entfernt, dürfte der Schluss nicht allzu unwahrscheinlich sein, es habe sich dieser Übergang erst in den letzten Jahrzehnten vollzogen, und der O_2-Schwund im Sommertiefenwasser sei somit erst eine Errungenschaft neuerer Zeit, der Zeit, in der eben *Bythotrephes* verschwunden ist. Faktoren, welche eine solche Umwandlung zu bewirken imstande wären, sind vorhanden, z. B. in den See fliessende Kanalisationen der Ufergemeinden.

Die Daphniden sind nach Birge und Juday empfindlicher als die Kopepoden. *D. longispina* und *D. pulex* ertragen nur einen Rückgang bis auf 0,2 oder 0,25 cm^3/L. O_2, während die Kopepoden, zum mindesten Cyclops mit weniger auszukommen vermögen. Diaptomus ist zwar empfindlicher (cf. Flaschenexperiment), Cyclops dagegen lebt auch nur mit 0,1 cm^3 O_2 noch gut, und frisch geschlüpfte *C. bicuspidatus* können mehrere Stunden in völlig O_2 freiem Wasser leben. So fanden die beiden amerikanischen Forscher im Rainbow lake junge, eben geschlüpfte *C. bicuspidatus* in der völlig O_2 freien Tiefenzone. Es deckt sich diese Erfahrung auch recht wohl mit dem Verhalten der Nauplien einzelner unserer Cyclopiden im Flaschenexperiment.

Für das Plankton steht somit fest und lässt sich nach Birge und Juday zahlenmässig belegen, dass eine graduelle Abnahme der Empfindlichkeit gegenüber Sauerstoffschwund vorliegt; für die Tierwelt des Fliesswassers und des Seebodens muss dagegen das Beweismaterial erst noch erbracht werden. Immerhin scheinen schon die heute, wenn auch zerstreut vorliegenden Beobachtungsergebnisse zum gleichen Schlusse zu führen. So gibt Thienemann (20) z. B. folgenden eindeutigen Hinweis: Die beiden ausschliesslich an den Kiemenblättchen von *Gammarus pulex* lebenden Raumparasiten *Spirochona gemmipara* und *Dendrocometes paradoxus* finden sich zusammen mit ihrem Träger „in einem Wiesenbach bei Thiede, dessen Wasser einen Sauerstoffgehalt von 8,007 cm^3/L (O_2-Zehrung 0,3343) hat". „Bei Leiferde in der Oker kommt zwar Gammarus auch vor. nicht aber *Spirochona* und *Dendrocometes:* Die Verschmutzung der Oker durch organische Stoffe (Zuckerfabriken) hat ihren Sauerstoffgehalt auf 2,7048 cm^3/L (Zehrung 1,6572) herabgesetzt. Dieser chemische Faktor schliesst die beiden Infusorien aus."

Einen weitern Beleg glaube ich in der folgenden Beobachtung erblicken zu dürfen:

Im Davoser Landwasser finden sich unterhalb der Einmündung der Kanalisation (Schwemmsystem) als häufigste makroskopische Faunenbestandteile die Larven der Köcherfliege *Halesus auricollis* und der

Strudelwurm *Planaria alpina*. Beide zählen zu den gegen O_2-Mangel empfindlichen Organismen. Während aber im verschlossenen Glas *Halesus* schon nach kurzer Zeit sein Gehäuse verlässt und erstickt, hält *Planaria alpina* noch ohne die geringste Schädigung längere Zeit aus. Ja es ist mir gelungen, in demselben Glas sämtliche 20 eingesetzten Planarien lebend zu erhalten, während die Larven der Köcherfliege alle erstickt waren. Noch mehrere Wochen nachher haben die Strudelwürmer im Zimmeraquarium weitergelebt, liessen sich füttern und zeigten keine Spur von Schädigung. Feststellung des O_2-Gehaltes war leider des geringen Wasserquantums wegen nicht möglich, jedoch glaube ich einen eindeutigen Beweis dafür, dass es sich um Ersticken und nicht um eine andere Todesursache handelte, darin erblicken zu dürfen, dass sich die Trichopteren einer andern, nicht so lange verschlossenen Probe völlig erholten, nachdem sie, im gleichen Wasser in dünner Schicht ausgebreitet, mit Luft in Berührung gebracht wurden. Die herausgekrochenen Tiere bezogen hier wieder Gehäuse, und dem ganzen Fang war nach 18 Stunden nichts mehr anzumerken von der vorausgegangenen Erstickungsgefahr.

Vielsagend ist weiterhin auch die von Thienemann (17) festgestellte Tatsache, dass die blutkiementragenden *Chironomus*larven in der abyssischen Fauna der Seen mit sauerstoffarmem Sommer-Tiefenwasser vorwiegen, während sie in sauerstoffreichen Seetiefen gegenüber blutkiemenlosen *Tanytarsus*larven stark zurücktreten.

Für Mollusken ergab sich mir ein dem Bisherigen analoges Resultat. 10 Exemplare von *Paludina vivipara* und 5 Stücke *Anodonta mutabilis var. cellensis* besiedelten gemeinsam ein kleines, 4 Liter enthaltendes Glasaquarium, ohne Pflanzen und ohne Sandboden. Da Wassererneuerung unterlassen wurde, trat nach und nach Sauerstoffmangel ein. Bei 1 cm^3/L hielten alle noch gut aus. Die Schnecken krochen noch herum, die Muscheln dagegen verschlossen ihre Schale. Nach weitern zwei Tagen war der Sauerstoffgehalt auf 0,081 cm^3/L gesunken. Die Schnecken lagen regungslos am Boden, halb aus dem Gehäuse herausragend, die Muscheln hielten wie schon seit Tagen ihre Schalen dicht verschlossen. Als nun starke Durchlüftung eingeleitet wurde, öffneten sämtliche Muscheln ihre Schalen schon nach ca. einer halben Minute, während keine der Schnecken mehr zum Leben erwachte. Den Muscheln ist auch seither, nach nahezu zwei Monaten keine Schädigung anzumerken.

Bei den Fischen ist es eine längst bekannte Tatsache, dass Cypriniden anspruchsloser sind als Salmoniden; finden sich doch in der einschlägigen Literatur immer wieder die Angaben, dass Salmoniden mit 3—4 cm^3/L, Cypriniden dagegen mit 2 cm^3/L auf die Dauer im

Hungerzustand auszukommen vermögen, während auf kurze Zeit die Edelfische ihr Minimum bei 1,5 cm^3/L, die Cypriniden das ihrige sogar erst bei 0,4—0,5 cm^3 finden. Eigene Untersuchungen bestätigen diese Zahl für *Trutta fario*, während bei Cypriniden unter den einzelnen Arten Differenzen vorhanden zu sein scheinen, wie folgende Beobachtung zeigen mag:

In einem, vom 8. III. 16 bis 20. VII. 16 absichtlich nie gereinigten, gut bepflanzten, grossen Gesellschaftsaquarium von ca. 300 L Inhalt war der O_2-Gehalt infolge O_2-Zehrung durch den allmählich angesammelten Schmutz von 5,55 cm^3/L (Defizit 2,01 cm^3) auf ständig ca. 1 cm^3/L gesunken (0,90 bis 1,45 cm^3/L). Am 16. VII. ging eine *Anodonta* ein. Sie blieb experimenti causa im Aquarium liegen, und ihr Einfluss äusserte sich nun folgendermassen auf den O_2-Gehalt:

	Morgens:	Nachmittags:
	cm^3/L	cm^3/L
17. VII.	1,45	—
18. VII.	0,47	0,71
19. VII.	0,31	0,47
20. VII.	0,41	0,33

Der Besatz dieses Aquariums bestand aus 8 gewöhnlichen Goldfischen, 1 Schleierschwanz, 2 Elritzen, 1 Aalet, ca. 20 Bitterlingen, 2 Schleien, wovon eine in Portionsgrösse, 2 Sonnenbarschen, 1 Steinbarsch, 15 Zwergwelsen, gegen 100 Stück *Paludina vivipara* (aus dem Zürichsee stammend), einer grössern Zahl *Limnaea stagnalis* und *Planorbis corneus* nebst dessen roter Varietät, sowie 4 weitern Anodonten. Das Aquarium war somit an und für sich bis zum Maximum beansprucht.

Am 18. VII. standen schon morgens früh alle Fische an der Oberfläche, um Luft zu schnappen; eine Erscheinung, die bekanntlich immer auftritt, wenn der O_2-Gehalt gegen 0,5 cm^3 heruntersinkt. Am 19. VII. dasselbe Bild. Am 20. beginnen die Bitterlinge sich zeitweilig auf die Seite zu legen, und im Laufe des Nachmittags nehmen zwei Tiere Rückenlage ein, das eine anscheinend schon tot mit den bekannten äusserlichen Symptomen der Erstickung. Um 4 Uhr wurde infolgedessen O_2-Analyse vorgenommen. Sie ergab bei 18° C. 0,33 cm^3/L. Gleich darauf wurde ohne Wassererneuerung die Durchlüftung in Gang gesetzt und die faule Anodonta entfernt. Nach ca. 1 Stunde befanden sich sämtliche Fische, die zwei schon in Rückenlage befindlichen inbegriffen, wieder völlig normal in den tiefern Schichten des Behälters. Von Asphyxie bei keinem mehr eine Spur. Fische und Mollusken haben sich alle wieder erholt. Eine Elritze ging zwar nach ungefähr

einer Woche ein, ob infolge Nachwirkens des Experimentes konnte leider nicht festgestellt werden. Die Pflanzen dagegen starben alle im Laufe der zwei folgenden Monate ab.

Als Nebenergebnis mag die Interpolierung des Wertes 0,33 cm^3/L für das oben erwähnte Experiment mit Paludina genannt sein. 0,33 ist also noch nicht die untere Grenze für diese Schnecke. Ferner aber sei beiläufig verwiesen auf die in den O_2-Zahlen deutlich zutage tretende Wirkung der Assimilationstätigkeit der Pflanzen.

Die Vermutung, dass nicht nur bei verschiedenen Gattungen, sondern sogar innerhalb der Gattung von Art zu Art das Sauerstoffbedürfnis ein graduell anderes ist, ist durch Haempel (5) wahrscheinlich gemacht worden. Nach ihm liegt nämlich die untere Grenze für *Gammarus pulex* bei 3,5 cm^3 L, während sein nächster Verwandter *G. fluviatilis* erst bei 2,5 bis 2,7 cm^3 sein Minimum findet. (Der Widerspruch zwischen diesen durch Haempel gegebenen Zahlen, und den oben nach Thienemann zitierten bedarf noch der Nachprüfung und Aufklärung.)

Nachdem nun durch alle diese erwähnten, sowie durch zahlreiche andere Belege die Tatsache vom wechselnden O_2-Bedürfnis auch für die Boden- und Fliesswasserfauna mehr als nur wahrscheinlich gemacht sein dürfte, erscheint es nicht mehr verfrüht, den Versuch zu wagen, in das vorliegende Material ordnend einzugreifen, die sehr empfindlichen Organismen zusammenzufassen und sie den Unempfindlichen gegenüberzustellen, am ehesten vorläufig vielleicht in einem System, das ich mir folgendermassen denke:

Es wäre zu unterscheiden zwischen:

a) *Euryoxybionten*[1]), d. h. Organismen mit grosser Reaktionsbreite auf Sauerstoffveränderungen;

b) *Stenooxybionten*, d. h. Organismen mit geringer Reaktionsbreite auf Sauerstoffveränderungen.

Diese letztern zerfallen in

α) *Polyoxybionten*, Organismen, die an einen ständig hohen, der Sättigung nahen O_2-Gehalt gebunden sind, und

β) *Anoxybionten*, Organismen, die unter völligem Ausschluss von Sauerstoff, analog den anaëroben Bakterien, leben.

---

[1]) Von Oxygenium = Sauerstoff, nach dem Vorgang von Lauterborn (11).

Zwischen diese beiden Gruppen der Stenooxybionten schieben sich die Euryoxybionten mit 2 Untergruppen ein, analog dem Saprobiensystem, nämlich die

Mesoxybionten, und die
Oligoxybionten.

Selbstverständlich ist ein solches System in mancher Beziehung etwas Gezwungenes, ist doch der Natur jedes System ein Schlag ins Gesicht, und man wird eine Klassifizierung der Organismen nach ihrem Sauerstoffbedürfnis immer nur als ein unzulängliches Hilfsmittel betrachten dürfen für die Schaffung einer leicht fasslichen Übersicht, als ein notwendiges Werkzeug bei biologischen Untersuchungen. Die ideale Form wäre die Aufstellung einer zahlenmässigen, ins einzelne gehenden Skala; allein dies ist heute leider noch nicht möglich, und man wird sich infolgedessen mit derart grossen Gruppen vorläufig begnügen müssen. Der Hauptnachteil liegt auf der Hand, nämlich die Schwierigkeit der Einreihung in die beiden Mittelgruppen, die Frage nach ihrer obern resp. untern Grenze. Hiefür nur das eine Beispiel der *Daphne pulex.* Wie oben erwähnt, besitzt diese Form die untere Grenze ihres Vorkommens bei 0,2 bis 0,25 cm^3/L. Soll man sie nun deswegen auf eine Linie, in eine Kategorie stellen mit *Cyclops viridis*, der sogar im faulen, fast völlig sauerstoffreien Wasser auszuhalten vermag, der unzweifelhaft oligoxybiont ist, auf eine Linie sogar mit *Tubifex tubifex?* Oder aber soll man *D. pulex* als mesoxybiont bezeichnen und sie zusammenordnen mit Bosmina, deren untere Grenze bei ca. 0,5 cm^3 liegt, die sich also deutlich von ihr unterscheidet? Wie nähme sich aber gar die Forelle *(Trutta fario)* neben *D. pulex* aus? Und doch ist *T. fario* mesoxybiont im eigentlichen Sinne. Hohe Ansprüche auf die Dauer, aber doch dabei ein Existenzminimum für kurze Zeit von 1,5 cm^3/L.

Gleichwohl, trotz diesen Schwierigkeiten wage ich es und halte es für durchaus nötig die beiden Mittelklassen aufzustellen, weil nur eine einzige schon gar nicht angängig wäre *(Tubifex* neben *Trutta fario!* —), eine ins einzelne gehende Skala aber wie gesagt heute noch nicht aufstellbar ist.

Bei der Aufstellung der beiden Mittelklassen wird somit die Willkür die Grenze ziehen müssen, und ich halte es für angezeigt, diese willkürliche Grenze tief zu legen, so tief, dass so ziemlich alles, was den Forellenbach bevölkert, und was nicht polyoxybiont ist, zu den Mesoxybionten zählt, während die Bewohner des stehenden Wassers mit ihrem fast ausnahmslos geringern Sauerstoffbedürfnis zu den Oligoxybionten rechnen. Die Forelle und die Gammari mit 1,5, 2,5 und

3,5 cm^3/L sind somit Tiere der Mittelzone, während die Cypriniden mit 0,3 bis 0,5, Daphne mit 0,2 und Cyclops mit 0,1 cm^3/L als unterer Grenze in die Klasse der Oligoxybionten gehören. Damit dürfte auch am ehesten, soweit möglich und heute beurteilbar, den in der Natur herrschenden Verhältnissen Rechnung getragen sein, auch wenn nun Daphne und Tubifex nebeneinander zu stehen kommen.

Anoxybiont sind vor allem die Organismen des Faulschlammes, die Sapropelische Lebewelt, wie sie insbesondere durch Lauterborn festgestellt worden ist, diejenigen Faunenbestandteile, die als Energiequelle an Stelle des Sauerstoffes Glykogen beziehungsweise Paraglykogen benützen.

Polyoxybiont dagegen sind alle die Tiere, deren O_2-Bedürfnis einen der Sättigung nahen Gehalt erfordert, einen Gehalt von ungefähr 4 cm^3/L im Minimum, Tiere wie z. B. *Halesus auricollis*, *Planaria alpina*, wie Perla, wie Bythotrephes vermutlich, und wie die erwähnten Infusorien *Spirochona* und *Dendrocometes*.

Mit dieser Erwähnung der Polyoxybionten dürfte m. E. auch noch eine weitere Frage sich abklären, die Frage nämlich nach dem Ursprung der *Rheophilen*. Sind die Rheophilen wirklich primär rheophil, oder sind sie primär etwa nur oxyphil? —

Bekannt ist allgemein, dass die rheophile Bachforelle auch sehr wohl im stehenden Wasser sich hält; ich brauche wohl nur an unsere Bergseen zu erinnern; ferner aber ist auch bekannt, dass Trutta fario im Behälter im stehenden Wasser fröhlich lebt und gedeiht. Beweis genug sind die Schaufensteraquarien der Fischhändler, Beweis aber auch die Tatsache, dass ich im März 1916 geschlüpfte Forellenbrut bis zum Juli im stehenden Wasser des Zimmeraquariums halten und zu kräftigen Sommerlingen heranziehen konnte. Bedingung ist nur genügende Durchlüftung. Selbst der während der ganzen Anfütterungsperiode, während 4 Monaten nur 4 mal vorgenommene Wasserwechsel wäre unnötig gewesen, wenn ich nicht aus Rücksicht auf mich selber das faule, stinkende Wasser des Zimmeraquariums durch neues hätte ersetzen müssen. Von rheophilem Charakter der Bachforelle wird man somit nicht wohl sprechen dürfen, wohl aber von oxyphilem.

Einen weitern Beweis für die Oxyphilie der Rheophilen, und nicht für ihre Rheophilie als solche, ergibt *Planaria alpina*, ein noch regelmässigerer Gast des stehenden Wassers im Hochgebirge als des Fliesswassers im Mittellande; lässt sich doch *Planaria alpina* recht wohl im Zimmeraquarium ohne jede Wassererneuerung kultivieren, wenn man nur für genügende Durchlüftung sorgt.

Und *Perla maxima* und *Heptagenia*, die rheophilen Formen unter den Insektenlarven! Während 4 Monaten habe ich die erstere,

während 2 die letztere in einem kleinen, gut von der Sonne beschienenen, nur 1 Liter Wasser enthaltenden Zimmeraquarium gehalten, bei hohen Sommertemperaturen, und ohne jeglichen Wasserwechsel! Bedingung für das Gelingen des Versuches war eben auch nur starke Durchlüftung. Im gleichen Glase und im gleichen, stehenden Wasser hielt sich aber auch *Ancylus fluviatilis* auf, die „rheophile“ Schnecke, befand sich anscheinend recht wohl und vermehrte sich durchaus normal und ausserordentlich lebhaft.

In Anbetracht dieser Feststellungen dürfte m. E. die Frage nicht von der Hand zu weisen sein, ob diese echten „Rheophilen“ wirklich primär rheophil waren, oder ob nicht vielmehr ursprünglich O_2 bedürftige Arten im Fliesswasser bessere Existenzbedingungen fanden als im stehenden, und erst sekundär ihre übrigen „rheophilen“ Anpassungen errangen, die Haftorgane, die Abplattung des Körpers und die Verbreiterung der Extremitäten.

Hand in Hand damit geht aber die Beantwortung der zweiten Frage, ob wirklich, wie Steinmann (15) sagt, die Kiemen der Rheophilen um so geringer entwickelt sind, je ausgeprägter die Vorliebe für rasche Strömung ist, oder ob nicht die umgekehrte Auffassung die richtigere ist: je geringer die Entwicklung der Kiemen, um so ausgeprägter die Vorliebe für starke Strömung, wobei also nicht die Rheophilie als das Wesentliche erscheint, sondern die Oxyphilie, das Bedürfnis nach ständig hohem O_2-Gehalt des Wassers.

Nebenbei bemerkt, scheint wenigstens teilweise auch die Frage nach der Ursache der Stenothermie hieher zu gehören. Hängt die Stenothermie nicht etwa auch nur zusammen mit hochgradiger Oxyphilie? — Bei manchen Stenothermen scheint dies der Fall zu sein; für *Trutta fario* möchte ich es als sicher bezeichnen. Für die strikt stenotherme *Planaria alpina* glaube ich es ebenfalls wahrscheinlich machen zu dürfen, wie an anderm Orte gezeigt werden soll.

Die Feststellung des Verhaltens der aquatilen Fauna gegenüber dem Sauerstoff dürfte aber nicht nur für diese Fragen, sondern noch in mancher andern Hinsicht von Bedeutung sein, so vor allem für Probleme der Tiergeographie, z. B. für die richtige Auswertung der Inventare. Erinnert sei hiebei nur an die Aufnahmen der Tiefenfauna und die daran sich knüpfenden Schlüsse, sowie an die Theorie der glacialen Relikte, eine Theorie, welche sich bekanntlich auf die Stenothermie stützt.

Bedeutungsvoll ist die Feststellung der Oxyphilie insbesondere auch für die biologische Wasseranalyse.

Wie leicht eine Missachtung der Abhängigkeit der Organismen hier zu Fehlschlüssen führen könnte, mögen folgende Beispiele zeigen:

Planaria alpina wird vielfach als ausgesprochenes Reinwassertier bezeichnet. Trotzdem findet sie sich sehr häufig inmitten der Schmutzwasserzone des Davoser Landwassers. Nicht die organische Substanz als solche verunmöglicht ihr demnach andernorts das Leben im Schmutz, sondern der O_2-Mangel. Das Davoser Landwasser zeigt nämlich nahezu O_2-Sättigung (Defizit = 2,41 bis 2,51 cm^3 bei Gehalt von 6,73 bis 7,09 cm^3/L) trotz der hochgradigen Verschmutzung und deshalb kann der Strudelwurm auch inmitten von Fäkalien, auf einem dichten Polster von Abwasserpilzen in grossen Mengen sein Leben fristen.

Nach Kolkwitz und Marsson (9) zählen die Köcherfliegen vorwiegend zu den Oligosaprobien. Trotzdem ist das Bachbett des Landwassers schon 80 m unterhalb der Kanalisation ebenso dicht „bewachsen“ mit den oben erwähnten Larvengehäusen von *Halesus auricollis* wie oberhalb des Einlaufes. Tausende, ja Millionen von Individuen füllen jede kleinste Ritze des groben Steinbettes, eng aneinander geschmiegt und erwecken so beim ersten Blick den Eindruck von sandbedeckten Moospolstern.

Die Orthopteren finden sich im ökologischen System nur bei den Oligosaprobien. In der Limmat unterhalb Zürich leben aber *Perla* und *Heptagenia* in grossen Zahlen in und zwischen den Fellen von *Sphaerotilus* und *Leptomitus*, selber oft überzogen von einem dichten Pelz dieser typischen Abwasserpilze der Poly- und mesosaproben Zone. Das Limmatwasser zeigt eben auch ein relativ nur geringes O_2-Defizit. (— 2,23 cm^3/L.)

Derartige Beispiele von krassestem Widerspruch in den Befunden, von Oligosaprobien in der polysaproben Region sind in unsern schweizerischen Gewässern an der Tagesordnung, und immer ergibt sich bei näherer Untersuchung der O_2-Gehalt als das Ausschlaggebende. Nicht auf die Verunreinigung als solche stellt sich somit der Grossteil der Fauna ein, sondern auf den Sauerstoffgehalt des Wassers, oder genauer ausgedrückt auf die Differenz zwischen O_2-Zufuhr und O_2-Zehrung. Überwiegt die Zufuhr über die Zehrung, so finden sich oft selbst strikt „oligosaprobe“ ein; überwiegt aber die Zehrung über die Zufuhr, so ist das Bild der Biocoenose ein mehr oder weniger saprobes. Damit ist aber auch erklärt, warum unter Umständen ein Organismus bald poly-, — bald meso-, ja sogar oligosaprob sein kann. Es folgt aber daraus auch, dass das Kolkwitz-Marssonsche ökologische System in der heutigen Form nicht aufrecht erhalten werden kann. Es ist eben kein reines Saprobiensystem, sondern eine Mischung von 2 Systemen, von einem System, das wirklich nur die reinen Saprobien enthält und einem System, das die in erster Linie auf Sauerstoff

reagierenden Organismen in sich begreift, einem System, wie ich es oben vorgeschlagen habe.

Man wird demnach vorerst alle Oxybionten auf ihr Verhalten gegenüber O_2 zu prüfen haben und wird sich ihrer zur Analyse erst wieder bedienen können, wenn ihre übrigen Reaktionen, unter strengster Berücksichtigung der Sauerstoffverhältnisse festgestellt sind. Bis dahin wird man in unsern O_2reichen, sich überstürzenden und Strudel bildenden Bächen eine biologische Analyse entweder nur so durchführen können, dass man sich grossenteils vom Kolkwitz-Marssonschen System freimacht, und nur die Organismen berücksichtigt, über deren Charakter wir bereits genau orientiert sind, wie z. B. die Halobien, die typischen „Schmutzfinken erster Ordnung“ wie Tubifex und die Abwasserpilze usw., ferner aber alle Lebewesen, deren Abhängigkeit von O_2 geringer ist als diejenige von einer bestimmten Verunreinigung, Verhältnisse, wie sie z. B. von Haempel (6) für die Beeinflussung durch Schwefelsäure festgestellt sind. Oder aber, man darf aus der faunistischen Inventaraufnahme nur das herauslesen, was sie wirklich angibt, die Wirkung einer organischen Verunreinigung auf den Sauerstoffgehalt des betreffenden Gewässers an der und der bestimmten Stelle, die Wirkung, welche basiert auf der Differenz zwischen O_2-Zufuhr und O_2-Zehrung.

Die wirtschaftliche Tragweite der Berücksichtigung dieser Fragen hat Thienemann (18) schon für einen Fall hervorgehoben, für die Felchen aus dem Verwandtschaftskreis des *Coregonus maraena*. Nach ihm sind es die O_2-Verhältnisse, welche auch hier in erster Linie bestimmend auf die Existenz dieser Coregonen einwirken, und erst in zweiter Linie kommen die thermischen Anforderungen.

Dabei wird man aber auch die Ernährungsfragen nicht ausser acht lassen dürfen. Sind doch gerade unter den Coregonen gewisse Arten auf einen einzigen Vertreter unter den Planktozoën angewiesen, wie z. B. die Palée des Neuenburgersees auf *Bythotrephes longimanus*. Ein Rückgang des Bythotrephesbestandes, so wie er oben vom Zürichsee erwähnt wurde, dürfte sicherlich auch am Paléereichtum recht fühlbar werden, und damit könnte auch in dieser Weise Veränderung der O_2-Verhältnisse von wirtschaftlich einschneidender Bedeutung werden.

In letzter Linie sei noch das immer mehr sich entwickelnde Gebiet der Abwasserbeseitigung auf biologischem Wege erwähnt. Auch hier wird eine klare und genaue Kenntnis der Ansprüche der die Reinigung besorgenden Organismen eine weitgehende Unterstützung ihrer Arbeit, eine Verbesserung der Methoden und eine bedeutend erleichterte Über-

wachung der Anlagen ermöglichen, seien diese nun biologische Körper oder Hofersche Teiche.

Nach alledem dürfte es nicht ungerechtfertigt sein, wenn ich die Ermittelung der O_2-Verhältnisse der Gewässer und die Erforschung des Einflusses, den veränderter O_2-Gehalt auf die Organismen ausübt, als ein wichtiges, ja als ein dringendes, die Beachtung dieser Verhältnisse bei der Aufstellung tiergeographischer und ökologischer Schlüsse als ein unerlässliches Erfordernis künftiger hydrobiologischer Arbeiten bezeichne.

Verzeichnis der benutzten Literatur.

1. Birge E. A. und Juday Ch. The Inland lakes of Wisconsin. Wisc. Geol. and Natural History Survey. Madison 1911. Bull XXII. Sc. Series No 7.
2. Birge E. A. und Juday Ch. A limnological study of the Finger lakes of New York. Bull. Bureau of Fish. Vol. XXXII. 1912. Doc. No 791. Washington 1914.
3. Brönsted J. N. und Wesenberg-Lund C. Internat. Revue d. ges. Hydrob. u. Hydrogr. Bd. IV. 1911. p. 439.
4. Gärtner A. Hygiene des Wassers. Braunschweig 1915.
5. Haempel O. Allg. Fischerei-Ztg. Neue Folge, Bd. XXIII. 1908. p. 86.
6. Haempel O. Ztschr. f. Fischerei. Neue Folge, Bd. I; Heft 3/4. 1915. p. 155.
7. Hofer B. Über die Vorgänge d. Selbstreinigung im Wasser. Münchener med. Wochenschrift. 1905. Nr. 47. p. 2266.
8. Knauthe K. Das Süsswasser. Neudamm 1907.
9. Kolkwitz R. und Marsson M. Ökologie d. tierischen Saprobien. Internat. Revue d. ges. Hydrob. usw. Bd. II. 1909. p. 126.
10. Kunz W. R. Vergleichung d. gasvolumetr. m. d. titrimetr. Best. d. im Wasser gel. Sauerst. usw. Inaug.-Diss. Univ. Zürich. 1911.
11. Lauterborn R. Die sapropelische Lebewelt. Verh. des naturhist.-med. Ver. zu Heidelberg. Neue Folge, Bd. XIII; Heft 2. 1915.
12. Schaedel A. Produzenten und Konsumenten im Teichplankton. Arch. für Hydrob. Bd. XI; Heft 3. 1916.
13. Schickendantz G. Internat. Revue. Bd. III. 1910. p. 84.
14. Schiemenz P. Ztschr. f. Fischerei. Bd. XIII. Berlin 1907. Heft 1. 1906.
15. Steinmann P. Praktikum der Süsswasserbiologie. I. Teil. Berlin 1915.
16. Thienemann A. Physikal. und chem. Unters. in d. Maaren d. Eifel. I. u. II. Verh. d. Naturhist. Ver. d. preuss. Rheinlande und Westf. Jahrg. 70 und 71. 1913 und 1914.
17. Thienemann A. Internat. Revue. VI. 1913/14. p. 243.
18. Thienemann A. Ztsch. f. Fischerei. Neue Folge, Bd. I; p. 168. Heft 3/4. 1915.
19. Thienemann A. Die Chironomidenfauna d. Eifelmaare. Verh. d. Naturhist. Ver. d. preuss. Rheinlande und Westf. Jahrg. 72. 1915.
20. Thienemann A. Arch. für Hydrobiologie. Bd. VIII; Heft 2. 1913. p. 267.
21. Voigt M. Plöner Forschungsber. XII p. 113.
22. Weigelt C. Uns. natürl. Fischgew. Aus: Vorschr. z. Entnahme und Unters. v. Abw. usw. Stuttgart 1900.

Kristallstruktur und Chemismus.

Von

Paul Niggli.

(Als Manuskript eingegangen am 7. Februar 1917.)

I.

In den Röntgenstrahlen fanden v. Laue, W. H. und W. L. Bragg (lit. 1, 2) ein neues Mittel zur Untersuchung der Kristallstrukturen. Es gestattet strukturelle Verschiedenheiten oder Ähnlichkeiten des feineren Innenbaues von Kristallarten zu erkennen, die bislang mehr nur vermutet werden konnten (siehe lit. 3). Es zeigt auch mit Sicherheit, dass zum mindesten ein Teil der Krystallsymmetrie in der gesetzmässigen Anordnung diskreter Massenteilchen seinen Ausdruck findet. Die Anordnung der Atome lässt sich, gemäss bis jetzt durchaus bewährter Auffassungen über das physikalische Wesen der Erscheinungen, bis zu einem gewissen Grade ermitteln. Allerdings sind Deutungen auf mehrfache Weise möglich, da man ja durch passende Hypothesen auch sehr komplizierte Annahmen mit experimentellen Daten in Einklang bringen kann, bis weitere Untersuchungen und Befunde von selbst zu einer immer beschränkteren Auswahl führen. W.H. und W.L. Bragg sind so vorgegangen, dass sie die Periode genau gleicher Wiederholungen der Massenteilchen-Anordnung so klein genommen haben, als das mit den experimentellen Daten verträglich ist. Dass dieses Vorgehen vom ökonomischen Standpunkte der Wissenschaft sich rechtfertigt, braucht nicht näher erörtert zu werden. Und wenn es auch zunächst zweifellos möglich ist, komplizierter gebaute Raumperioden zu erfinden, die innerhalb der Versuchsfehler mit den Ergebnissen der Röntgenstrahlen-Untersuchungen ebenfalls übereinstimmen, so dürfte man diesen Deutungen jeden wissenschaftlichen Wert absprechen, wenn nicht das erstere Vorgehen gewisse Konsequenzen zur Folge hätte, über die man mit Recht verschiedener Meinung sein kann. Die wichtigste dieser Konsequenzen ist, dass es einzelne Kristallarten gibt, für welche die so abgeleitete Atomschwerpunkts-Anordnung an sich einen höheren Symmetriegrad bedingen würde, als der Kristallograph den betreffenden Kristallen

zuschreibt. Daraus liesse sich folgern, dass die Atome selbst eine bestimmte Qualität besitzen, die kristallographisch von Bedeutung wird. Zunächst hat dies nichts Befremdliches. Operieren wir mit einem Baustein, dem seiner allgemeinen Lage zufolge kristallstrukturell keine bestimmte Qualität zuzuschreiben ist, so werden wir doch, infolge der Anordnung der übrigen Bausteine um ihn herum, gezwungen sein uns vorzustellen, dass vektoriell verschiedene Kräfte von ihm ausgehen. Die Schwierigkeit stellt sich erst ein, wenn man sich über dieses Gestaltliche der Atome, in Rücksicht auf die ihren Lagen zukommende Punktsymmetrie, ein Bild machen will, wenn man es auf Elektronenanordnung oder Elektronenbewegung zurückführen will. Diese Schwierigkeiten werden von selbst immer geringer, je weniger speziell die Lage des Atomes ist, auf je weniger Symmetrielemente man Rücksicht nehmen muss. Und da ist in der Tat ein, wenn auch bis jetzt nirgends zwingender, Grund kompliziertere Raumperioden, eventuell Durchdringungen verschiedener Raumperiodensysteme, als möglich zu erachten.[1])

Anderseits erhebt sich die Frage, auf was für Indizien sich der Kristallograph bei der Symmetriebestimmung stützt und welcher Art die Abweichungen eigentlich sind. In allen Fällen, wo bis jetzt die Symmetrie der Kristalle geringer erscheint als die einfachste Atomanordnung nach den Bragg'schen Untersuchungen, ist die Andeutung für den niederen Symmetriegrad wenig ausgeprägt, die entsprechende Meroedrie ist schwach. Es erscheint mir auch nicht bedeutungslos, dass in den bis jetzt bekannten Beispielen die Differenz wesentlich darin besteht, dass die Atomschwerpunkts-Anord-

---

[1]) Die Tabelle 1 zeigt, dass unter Umständen K von KCl nicht die pentagonikositetraedrische Symmetrie, sondern die Symmetrie der trigonaltrapezoedrischen Klasse haben kann, sofern sich das Gestaltliche hier überhaupt symmetriegemäss ausdrücken lässt. Ebenso genügt es, bei richtiger Lage der Axen zueinander in A und B des Typus [**A**, 6B]; [**B**, 6A] einen Körper mit ditrigonal-skalenoedrischer Symmetrie einzusetzen, um kubische Holoedrie zu erhalten ($\mathfrak{T}_h^4$). Die Möglichkeiten sind bis jetzt meines Wissens nirgends diskutiert worden. Allerdings wird dabei darauf verzichtet. die Baugruppen in die kristallonomisch wichtigste oder höchstwertigste Lage der entsprechenden Raumgruppe einzusetzen. Anderseits spricht die Tatsache, dass Elemente ausserdem gerne trigonal oder hexagonal kristallisieren, in manchen Fällen für eine derartige Zuordnung (lit. 9). Ein Bild von den Elektronenanordnungen oder Elektronenbewegungen liesse sich in diesem Falle leicht konstruieren, da 6 (statt wie bisher notwendig 24) äussere Elektronen genügen, um die pentagonikositetraedrische an Stelle der hexakisoktaedrischen) Struktur verständlich zu machen.

Die von Johnsen und Schoenflies ohne Vorbehalt angegebenen Minimalsymmetrien der Atome für Sylvin und Kochsalz sind das nur unter gewissen Voraussetzungen (Eckenbesetzung des Schoenflies'schen Koordinatenwürfels). Vierzählige Punkte der gleichen Anordnung gibt es auch in den Raumgruppen $\mathfrak{O}^2$ und $\mathfrak{O}_h^4$ (D_1 D_2 Punkte der Tabelle in lit. 10).

nung Symmetrieebenen zulassen würde, währenddem gewisse Wachstums- und Lösungserscheinungen ein Bild ergeben, als ob die für das kubische System charakteristischen Symmetrieebenen fehlen (bei Erhaltung der Axensymmetrie z. B. kubisch-holoedrisch, kubisch-plagiedrisch). Die meisten diesbezüglichen Kristallsymmetriebestimmungen stützen sich auf Ätzversuche; der gewöhnlich bekannte Habitus der Kristalle ist ein derartiger, dass aus ihm der niedere Symmetriegrad nicht ersichtlich ist.

Viele Gründe und auch die später mitzuteilenden Tatsachen sprechen dafür, dass der Bragg'sche Standpunkt, wonach das einfachste Schema auch tatsächlich ein annähernd zutreffendes Bild von der wirklichen Anordnung gibt, richtig ist. Ob man nun denkt, die hie und da auftretenden Abweichungen beeinflussen die Masse der Atome, d. h. den positiven Kern, sehr wenig, so dass praktisch die Atomschwerpunkte die ausgezeichneten Lagen einnehmen, oder ob man es für möglich erachtet, späterhin die Lageverschiebungen (die allerdings sehr oft mit Raumperioden in Zwillingsstellung verbunden wären) zu messen, ist an und für sich gleichgültig. In beiden Fällen würden relativ einfache Baupläne den Kristallgebäuden zugrunde liegen, die in einzelnen Fällen aus irgendwelchen Ursachen bestimmte, relativ geringfügige Störungen aufweisen. Wie dem auch sei, gerade in diesem Stadium der Erkenntnis ist es notwendig, einen möglichst vollständigen Überblick über die Gesetzmässigkeiten zwischen Kristallsymmetrie und Chemismus zu erlangen, weil gerade derartige Beziehungen von jeder Strukturlehre erklärt werden müssen.

Die im folgenden zu erörternden werden vom Bragg'schen Standpunkt, der sie in sehr einfacher Weise interpretieren lässt, unter Berücksichtigung des von mir eingeführten Begriffes der „elementaren Baugruppe“ besprochen (lit. 8). In geometrischer Hinsicht stütze ich mich auf die von A. Schoenflies vollständig durchgearbeiteten, regelmässigen Punktsysteme (lit. 4). Sie umfassen in erschöpfender Weise die Symmetrieverhältnisse eines homogenen Diskontinuums. Ferner darf man als sichergestellt betrachten, dass bei komplizierten Substanzen die Auflösung der Struktur im Atomgitter rein formale Bedeutung hat, dass auch beim Kristallisieren ein Teil der in der Lösung oder konstitutionell im Molekül vorhandenen Komplexe zusammenbleibt und als solcher ins Kristallgebäude eintritt, beispielsweise SO_4 bei den Sulfaten, CO_3 bei den Karbonaten, S_2 bei Pyrit usf. (lit. 8—11).

Ist man nun im Sinne von Bragg bestrebt, die einfachsten Perioden anzunehmen, so wird ohne weiteres verständlich, dass bei symmetrischen Komplexen die Schwerpunktslage im Raumgitter eine relativ

ausgezeichnete wird, dass diese Komplexe elementare Baugruppen des Kristallgebäudes werden (lit. 8).

Das wichtigste Problem für die Beziehungen zwischen Kristallstruktur und Chemismus ist dann die Feststellung der Abhängigkeit der zentralen Baugruppenbindungen von ihrer Konfiguration. Welches die elementaren Baugruppen sind, lässt sich nicht immer voraussagen, sie können nach den bisherigen Erfahrungen einfache Molekel, Molekelpolymere oder auch Teilmoleküle (bei einfachen Verbindungen Atome) sein. Bei relativ einfachen Elektrolyten sind es, soweit die Kenntnis reicht, die den Ionen entsprechenden Bestandteile. In Verfolgung dieses Standpunktes kommt man zu einer ganz neuen Haupteinteilung der chemischen Substanzen hinsichtlich ihrer Kristallklassenzugehörigkeit. Die erste Frage wird nicht mehr die nach der engeren chemischen Verwandtschaft, sondern nach der Verwandtschaft hinsichtlich der Zahl und weiterhin der geometrischen Zusammensetzung ihrer elementaren Baugruppen sein. Liegen dem Kristallisationsprozess, was von jeher von namhaften Kristallographen, wie Fedorow, Mallard usw., an Hand der statistischen Zusammenstellungen und Berechnungen verfochten wurde, wenige einheitliche Hauptprinzipien zugrunde, so müssen Kristallarten, die durch den Zusammentritt einer gleichen Zahl von Baugruppen gebildet werden, oft nahe Beziehungen zueinander aufweisen. Die vorhandenen Unterschiede aber müssen sich hauptsächlich durch die Verschiedenheit in der Konstitution dieser Baugruppen erklären lassen. Bezeichnet man mit A, B, C, D... die elementaren Baugruppen eines Kristalles, so wird man die verschiedenen Kristallarten nach ihren Kombinationen, zum Beispiel A; AB; ABC..., ordnen. Lediglich einen konstituierenden Komplex können unter anderem die kristallisierten Elemente und manche Oxide aufweisen. Allein da für sie Polymerisation in der Lösung häufig ist, lässt sich ohne nähere Untersuchung über die Zusammensetzungen dieses Komplexes wenig aussagen. Einfacher gestalten sich die Verhältnisse für Verbindungen AB. Sicherlich gehören dazu viele binäre Elektrolyte. Zeigen sich nun bei ihnen kristallographische Beziehungen, die durch einfache Überlegungen verständlich gemacht werden können?

Schon die statistische Zusammenstellung zweiatomiger Verbindungen überhaupt zeigt eine ausserordentlich starke Bevorzugung des kubischen, hochsymmetrischen Kristallsystems. Zirka 85% dieser Verbindungen kristallisieren kubisch, die Mehrzahl der restierenden hexagonal bezw. trigonal. Dabei ist es bei so einfachen Körpern durchaus wahrscheinlich, dass den Einzelatomen, sofern Polymerisation fehlt, auch dann elementare (oder praktisch elementare

Lage zukommt, wenn es sich nicht um Elektrolyte handelt. In diesem Sinne ist von mir das vorhandene Material eingehend diskutiert worden (lit. 9). Zweierlei verschiedene Bindungen[1]) beschreiben die Anordnung der bereits untersuchten Kristalle, denen sich viele andere ohne weiteres aus kristallographischen Gründen beiordnen lassen, vollkommen. Eine kürzeste Bindung zwischen verschiedenartigen Baugruppen und eine zwischen gleichartigen. Zwei Bautypen erhalten besondere Bedeutung, deren Bindungen zwischen ungleichartigen Atomen (Baugruppenschwerpunkten) durch die folgenden räumlich gedachten Schematas dargestellt werden:

I. [**A**, 6B]; [**B**, 6A] Bleiglanz-Kochsalztypus;

II. [**A**, 4B]; [**B**, 4A] Zinkblendetypus.

Betrachten wir den ersten Bautypus, dem die meisten zweiatomigen, binären Elektrolyte angehören, etwas näher. (Fig. 1).

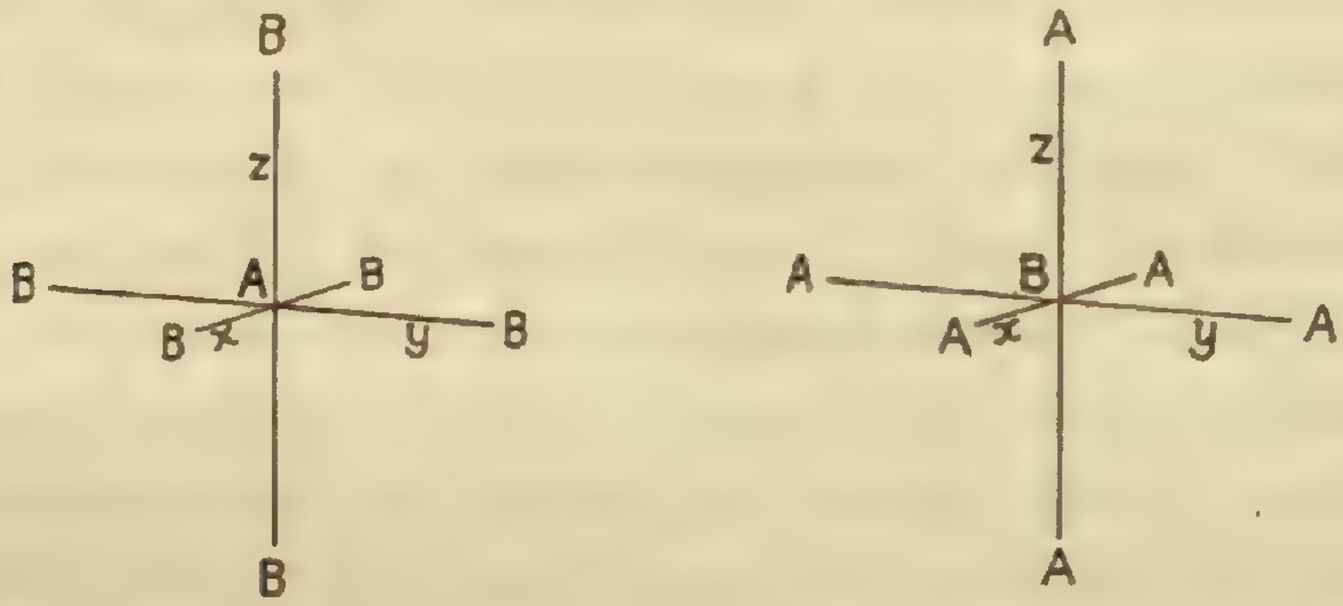


Fig. 1. Räumliche Anordnung im Typus [**A**, 6 B]; [**B**, 6 A].
A z. B. = Na. **B** z. B. = Cl.

Vom Schwerpunkt A aus sowohl als vom Schwerpunkt B gehen sechs kürzeste Verbindungen zu den nächsten anders gearteten Schwerpunkten. Jeder Kristall baut sich lückenlos aus derartigen Figuren auf. Ein ausserordentlich einfaches Prinzip der Raumanordnung ist so verwirklicht, ein Prinzip, das nach den Werner'schen Anschauungen (lit. 12) bereits den Molekelbau beherrscht. Im Speziellen sind hier, gemäss den Eigenschaften des kubischen Kristallsystemes, die Abstände x, y, z einander gleich und alle Winkel zwischen den Bindungslinien rechte. Denken wir uns sowohl A als das qualitativ verschiedene B kugelförmig gestaltet, so würden wir a priori nichts anderes erwarten. Sind die Atome für das Kristallgebäude von punktuellem Wert (bezw. Kugelform), so müssten zweiatomige Verbindungen AB bei dieser Anordnung kubisch-holoedrisch kristallisieren. Wirken die Atome nur nahezu punktuell, so liesse sich denken, dass zunächst

[1]) Ob diese Bindungen alle reell sind oder nur kürzesten Abständen entsprechen bleibe dahingestellt.

die Gesamtanordnung ihren kubischen Charakter beibehält, dass aber durch die Qualität der Atome für einige Vorgänge die Symmetrie innerhalb des kubischen Systems heruntergesetzt würde, oder dass sogenannte pseudokubische Grenzformen entstehen.

Nehmen wir nun in B den Schwerpunkt eines Atomkomplexes an, während A noch Einatomwert besitzt. Beispielsweise soll in B der Schwerpunkt von ClO_3 sein, in A immer noch der von Na ($NaClO_3$). Dann ist verständlich, dass die Atomanordnung innerhalb des Komplexes die Symmetrie der Gesamtanordnung beeinflusst. Sie kann sich oft, den Symmetrieverhältnissen gemäss, der Anordnung $x = y = z$ (alle Winkel $= R$) noch unterordnen; sie kann aber anderseits zur Folge haben, dass jetzt die Bindungen in den verschiedenen Richtungen ungleichwertig werden, sogar derart, dass die Richtungen nicht mehr senkrecht aufeinanderstehen. Setzen wir regelmässige Punktsysteme voraus und nehmen wir (um ein Beispiel zu fixieren) an, die Abstände $B\underset{(-x)}{\overset{\rightarrow}{}}B_{(+x)}$ (oder A–A) entsprechen den räumlich kürzesten Perioden in den betreffenden Richtungen, sie seien also einfache Translationen der charakteristischen Polyeder (in der Form der einfachen, flächenzentrierten, innenzentrierten Raumgitter). Eine Aufgabe ist dann mathematisch vollkommen lösbar, nämlich die: Aufzusuchen, welches die Symmetrie der Gesamtanordnung wird, wenn man in A oder B oder in beiden Atomkomplexe bestimmter Symmetrie und gegenseitiger Stellung einsetzt.

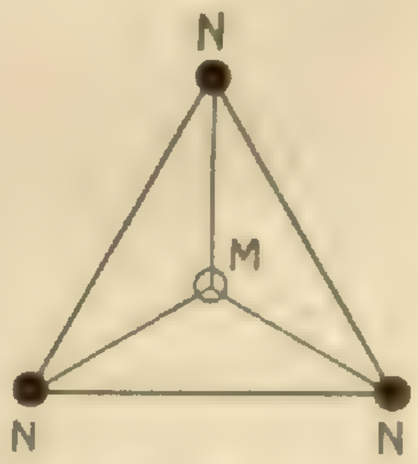


Fig. 2.

Betrachten wir den Komplex ClO_3. Die denkbar höchstsymmetrische Anordnung des Komplexes ist: Cl im Mittelpunkt eines gleichseitigen Dreieckes O an den Ecken (Fig. 2).

Der Schwerpunkt von Cl ist dann zugleich der Schwerpunkt von ClO_3. Es lassen sich nun unter den angegebenen Voraussetzungen hinsichtlich der Periode alle Symmetrieeigenschaften aufsuchen, die dem Punkte B zukommen können, wobei die Gesamtanordnung (bei richtiger Lage der Symmetrieelemente) noch kubischen Charakter aufweist. Zunächst müssen in einem elementaren Würfel von der Kantenlänge $2AB = B\underset{(-x)}{\overset{\rightarrow}{}}B_{(+x)}$ 4 B vorkommen (Periodenvoraussetzung bei Bautypus Bleiglanz-Kochsalz). Der Elementarwürfel hat somit entweder mindestens vier einzählige, mindestens zwei zweizählige oder endlich eine vierzählige Punktlage für B, ferner das gleiche für A, zu besitzen. Eine dreizählige und eine einzählige Lage in Kombination sind nicht brauchbar, weil es sich stets um den gleichen symmetrischen Atomkomplex handelt. In Tabelle 1 gebe ich eine

1. Tabelle der Zähligkeiten von Punktlagen in den kubischen Raumgruppen.

Zähligkeiten von Punkten im Elementarwürfel					Zähligkeiten von Punkten im Elementarwürfel				
Raumgruppe	ohne Freiheitsgrad	1 Freiheitsgrad	2 Freiheitsgr.	3 Freiheitsgr.	Raumgruppe	ohne Freiheitsgrad	1 Freiheitsgrad	2 Freiheitsgr.	3 Freiheitsgr.
$\mathfrak{T}^1$	1, 3	4, 6	—	12	$\mathfrak{T}_d^6$	12	16, 24	—	48
$\mathfrak{T}^2$	4	16, 24	—	48	$\mathfrak{O}^1$	1, 3	6, 8, 12	—	24
$\mathfrak{T}^3$	2, 6	8, 12	—	24	$\mathfrak{O}^2$	2, 4, 6	8, 12	—	24
$\mathfrak{T}^4$	—	4	—	12	$\mathfrak{O}^3$	4, 8, 24	24, 32, 48	—	96
$\mathfrak{T}^5$	—	8, 12	—	24	$\mathfrak{O}^4$	8, 16	32, 48	—	96
$\mathfrak{T}_h^1$	1, 3	6, 8	12	24	$\mathfrak{O}^5$	2, 6, 8, 12	12, 16, 24	—	48
$\mathfrak{T}_h^2$	2, 6, 4	8. 12	—	24	$\mathfrak{O}^6$ $\mathfrak{O}^7$	4	8, 12	—	24
$\mathfrak{T}_h^3$	4, 8, 24	24, 32, 48	48	96	$\mathfrak{O}^8$	8, 12	16, 24	—	48
$\mathfrak{T}_h^4$	8, 16	32, 48	—	96	$\mathfrak{O}_h^1$	1, 3	6, 8, 12	24	48
$\mathfrak{T}_h^5$	2, 6, 8	12, 16	24	48	$\mathfrak{O}_h^2$	2, 6, 8, 12	12, 16, 24	—	48
$\mathfrak{T}_h^6$	4	8	—	24	$\mathfrak{O}_h^3$	2, 6, 8	12, 16, 24	24	48
					$\mathfrak{O}_{h4}$	2, 4, 6, 12	8, 12, 24	24	48
$\mathfrak{T}_h^7$	8	16, 24	—	48	$\mathfrak{O}_h^5$	4, 8, 24	24, 32, 48	96	192
$\mathfrak{T}_d^1$	1, 3	4, 6, 12	12	24	$\mathfrak{O}_{h6}$	8, 24	48, 64, 96	96	192
$\mathfrak{T}_d^2$	4	16, 24	48	96	$\mathfrak{O}_h^7$	8, 16	32, 48, 96	96	192
$\mathfrak{T}_d^3$	2, 6, 12	8, 12, 24	24	48	$\mathfrak{O}_h^8$	16, 32, 48	64, 96	—	192
$\mathfrak{T}_d^4$	2, 6	8, 12	—	24	$\mathfrak{O}_h^9$	2, 6, 8, 12	12, 16, 24, 48	48	96
$\mathfrak{T}_d^5$	8, 24	32, 48	—	96	$\mathfrak{O}_h^{10}$	16, 24	32, 48	—	96

auch für andere Zwecke brauchbare Zusammenstellung der Zähligkeiten von Punktlagen in den verschiedenen kubischen Raumgruppen, in allen Fällen bezogen auf den Würfel, der dann noch flächenzentriert oder innenzentriert sein kann. Die Punktlagen sind getrennt nach ihren Freiheitsgraden (lit. 9). 1 Freiheitsgrad bedeutet beliebige Lage auf Drehungsaxen (bezw. Schnittlinie von Spiegelebenen), 2 Freiheitsgrade zeigen Spiegelebenen an, Lagen ohne Freiheitsgrad sind Schnittpunkte von Drehungsaxen oder von Drehungsaxen mit Spiegelebenen, oder Inversions- und Drehspiegelzentren. Jede allgemeinste Lage besitzt 3 Freiheitsgrade. Die Wertigkeit einer Punktlage ist dem Quotienten aus der Zähligkeit der allgemeinen Lage, dividiert durch die Zähligkeit der speziellen Lage, gleich. Die Zahl für Punkte mit drei Freiheitsgraden gibt auch an, um welche von den drei möglichen Translationsgruppen es sich handelt.

Für den speziellen Fall sind nur diejenigen Raumgruppen zu diskutieren, die ein-, zwei- oder vierzählige Punktlagen besitzen. Die mit ein- oder zweizähliger Punktlage (ohne vierzählige) fallen

sofort ausser Betracht, weil die betreffenden Lagen nirgends in vier- bezw. zweifacher Wiederholung vorkommen. Die Raumgruppen mit vierzähligen Punkten sind daraufhin zu prüfen, ob Anordnungen von A und B nach dem Bleiglanz-Kochsalztypus möglich sind. Hinsichtlich der Eckpunkte des Elementarwürfels, der in den Darstellungen von Schoenflies das Koordinatsystem ergibt, habe ich die Diskussion bereits früher an Hand einer Tabelle der Symmetrien der kristallonomisch wichtigen Punkte erster Ordnung geführt (lit. 10).

Es kommen folgende Raumgruppen mit den hinzugeschriebenen Symmetrien der vierzähligen Punktlagen in Frage (Symbole s. lit. 10):

I. $\mathfrak{T}^2 = 3\,\widehat{()}^{\blacktriangledown} + 4\,\widehat{\triangle}^{\blacktriangledown}$; II. $\mathfrak{T}^4 = 1\,\widehat{\triangle}^{\blacktriangledown}$;

III. $\mathfrak{T}_h^3 = (3\,() + 3\mathrm{SE}) + 4\,\widehat{\triangle}^{\blacktriangledown} + \mathrm{Z}$; IV. $\mathfrak{T}_h^6 = 1\,\widehat{\triangle}^{\blacktriangledown} + \mathrm{Z}$;

V. $\mathfrak{T}_d^2 = 3\,\widehat{()}^{\blacktriangledown} + 6\mathrm{SE} + 4\,\widehat{\triangle}^{\blacktriangledown}$; VI. $\mathfrak{O}^3 = 3\,\widehat{\square}^{\blacktriangledown} + 6\,\widehat{()}^{\blacktriangledown} + 4\,\widehat{\triangle}^{\blacktriangledown}$;

VII. $\mathfrak{O}_h^5 = (3\square + 3\mathrm{SE}) + (6\,() + 6\mathrm{SE}) + 4\,\widehat{\triangle}^{\blacktriangledown} + \mathrm{Z}$.

[$\mathfrak{T}$ = tetraedrisch-pentagondodekaedrisch; $\mathfrak{T}_h$ = dyakisdodekaedrisch;
$\mathfrak{T}_d$ = hexakistetraedrisch;
$\mathfrak{O}$ = pentagonikositetraedrisch; $\mathfrak{O}_h$ = hexakisoktaedrisch.]

Macht man sich von jeglicher Voraussetzung hinsichtlich der Punktlage im Verhältnis zum Koordinatenwürfel, den hauptsächlichsten Axenrichtungen usw. frei, so ergeben folgende Raumgruppen noch mögliche Fälle einer Zuordnung vierzähliger Punkte nach dem Bleiglanz-Kochsalztypus (die in Betracht kommenden Punkte sind D_1 bezw. D_2 der Tabelle in lit. 10):

IX. $\mathfrak{T}^1 = 1\,\widehat{\triangle}^{\blacktriangledown}$; X. $\mathfrak{T}_h^2 = 1\,\widehat{\triangle}^{\blacktriangledown} + \mathrm{Z}$; XI. $\mathfrak{T}_d^1 = 3\mathrm{SE} + 1\,\widehat{\triangle}^{\blacktriangledown}$;

XII. $\mathfrak{O}^2 = 3\,\widehat{()}^{\blacktriangledown} + 1\,\widehat{\triangle}^{\blacktriangledown}$; XIII. $\mathfrak{O}_h^4 = (3\,() + 3\mathrm{SE}) + 1\,\widehat{\triangle}^{\blacktriangledown} + \mathrm{Z}$.

Die Punktlagen besitzen entweder die Symmetrie der entsprechenden kubischen oder der entsprechenden trigonal-rhomboedrischen Klassen. Mit der oben angenommenen Symmetrie des ClO_3-Komplexes sind nur die Typen II, IX, XI und XII verträglich. Die Lage der dreizähligen Axen ist in jedem Fall bestimmt, die Richtung ist die einer der Würfeldiagonalen und die viererlei Axen schneiden sich entweder gar nicht oder dann alle vier in einem Punkte. Das letztere tritt unter anderem in IX, XI und XII ein; es gehen dann auch zweizählige Axen in Richtung der kürzesten Bindungslinien AB durch

die Schnittpunkte. Ich war daher früher geneigt, diese Fälle als weniger wahrscheinlich zu betrachten, in der Annahme, dass dazu parallele ausgezeichnete Bindungsrichtungen wenn möglich mit Axenrichtungen zusammenfallen. (Siehe nun Anmerkung auf pag. 2.) Auch nach Fallenlassen dieser einschränkenden Voraussetzungen stehen aber den zwei tetardoedrischen Möglichkeiten nur je eine zweier Hemiedrien gegenüber.

Eine Verbindung $A(MN_3)$ mit einem MN_3-Komplex der Fig. 2 verleiht somit bei Bleiglanz-Kochsalztypus dem Gesamtgebäude tetraedrisch-pentagondodekaedrische oder eventuell (in zweiter Linie) hexakistetraedrische bezw. pentagonikositetraedrische Symmetrie, sofern kubischer Charakter gewahrt wird.

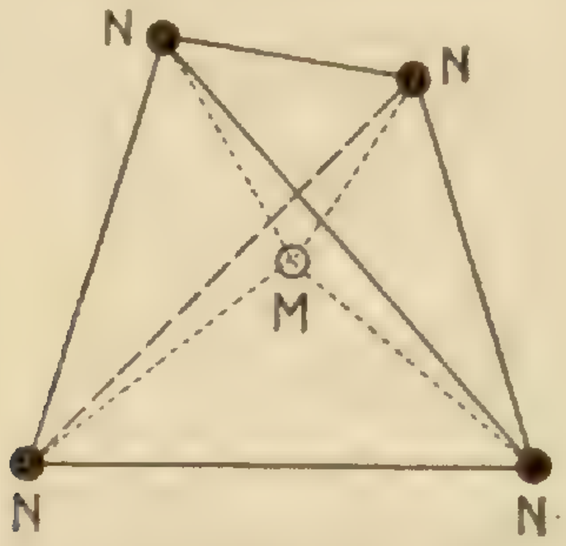


Fig. 3.

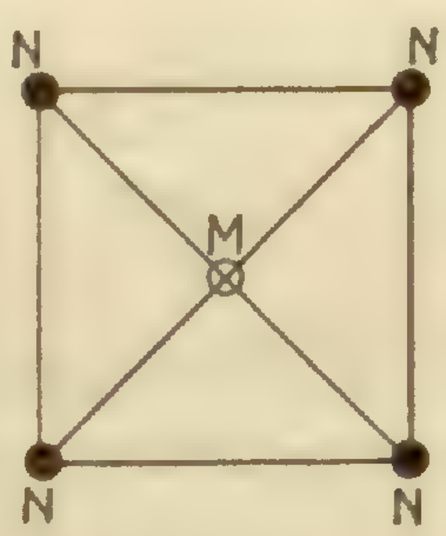


Fig. 4.

In der Tat kristallisiert $NaClO_3$ kubisch tetartoedrisch (tetraedrisch-pentagondodekaedrisch) und besitzt sehr wahrscheinlich diesen Bautypus.

Denken wir uns anderseits einen Komplex MO_4. Hier gibt es, neben vielen mittelsymmetrischen, zwei hochsymmetrische Anordnungen innerhalb des Komplexes selbst, wobei M zugleich der Schwerpunkt von MO_4 ist. Es sind das der tetraedrische Typus (Fig. 3) und der quadratische Typus, letzterer mit den Schwerpunkten aller Atome in einer Ebene (Fig. 4).

MO_4 trete unter gleichen Voraussetzungen wie früher an Stelle von B, während A noch Einatomwert zukomme. Mit kubischer Gesamtanordnung ist nur der tetraedrische Typus verträglich, denn wie aus der soeben mitgeteilten Zusammenstellung hervorgeht, sind für vierzählige Punktlagen im kubischen Krystallsystem in B bei Anwesenheit einer vierzähligen Axe immer deren drei da. In der Tat, denken wir uns einen quadratischen Komplex mit der Gruppenebene senkrecht zu z eingesetzt, so zum Beispiel dass die vier O-Atome von MO_4 gerade in die x- und y-Richtungen oder die Winkelhalbierenden dazwischen fallen, so lässt sich von vornherein erwarten,

dass z andere Dimensionsverhältnisse annehmen wird als x und y. Tetragonale Gesamtanordnung würde resultieren. Es kann aber MO_4 alle Atomschwerpunkte in einer Ebene und in M seinen Schwerpunkt haben, ohne quadratische Symmetrie aufzuweisen (zum Beispiel O-Atome durch Symmetrieebenen oder zweizählige Axen zusammengehörig). Kristallographisch muss dann der Mittelpunkt, wenn alle O-Atome sich gleichwertig sind, notwendig die Symmetrie einer Kristallklasse besitzen, die eine Form enthält mit vier (und nur vier) Flächen in einer Zone[1]). Auch dies ist für die kubischen Typen mit vierzähliger Punktlage nicht erfüllt[2]), wohl aber für tetragonale, rhombische, monokline. Es lässt sich nämlich mit dem allgemeinen Bautypus [**A**, 6B] [**B**, 6A] irgendeine Symmetrie der kubischen, rhomboedrischen, tetragonalen, rhombischen, monoklinen, triklinen Kristallklassen (ausgenommen sind im allgemeinen die hexagonalen mit Γ_h, für die eine besondere Struktur Geltung erlangt) aufbauen. Selbstverständlich werden dann, gemäss den besonderen Symmetrieelementen, x, y, z verschiedene Werte erlangen und auch die Winkel von rechten abweichen können, ohne dass der Gesamtbauplan ein anderer würde. Dies ist zunächst dadurch möglich, dass wir in A bezw. B gerade einen Komplex von der Symmetrie der entsprechenden Klasse einsetzen. (Bravais'sche Anschauungen übertragen auf elementare Baugruppen statt „Kristallmolekel".) Es sind aber das, wie schon die Tabelle für die kubischen Formen zeigt, nicht immer die einzig möglichen Fälle, sondern es lässt sich oft bei richtiger Stellung und rhythmischem Wechsel der Lage der Symmetrielemente zueinander (Verzicht auf parallele Lagerung in verschiedener Raumrichtung) mit einer geringeren Symmetrie in A oder B schliesslich eine höhere Gesamtsymmeterie erreichen. Bei Wahl der Raumfigur des Bleiglanz-Kochsalztypus und unter der Annahme der kleinsten Periode kann man so für alle Klassen eine Tabelle der möglichen Punktgitter konstruieren. Es sei nur noch die Teiltabelle für rhombische Holoedrie mitgeteilt, die man unter alleiniger Berücksichtigung der Eckpunkte des Schoenflies'schen Koordinatenparallelepipedons erhält.

$(3\,O + 3\,SE) + Z = V_h^1$ oder V_h^{19} oder V_h^{23}. Unterschied, ob in bezug auf Parallelstellung viererlei, zweierlei oder einerlei Baugruppen.

---

[1]) Oder eventuell mit acht Flächen, wenn im Kristallgebäude jedes O-Atom zwei Baugruppen gleichzeitig angehört.

[2]) Das geht aus folgender einfachen Überlegung hervor. Die Wertigkeit der vierzähligen Punktlage in kubischen Raumgruppen muss 3, 6, 12, 24 oder 48 sein. Diese Wertigkeiten entsprechen Klassen des kubischen oder trigonalen Systems, die keine Vierflächner dieser Art besitzen.

$3\widehat{()} = V_h^4$ und V_h^{22}. Ebenfalls Unterschied in Zahl der parallel gestellten Baugruppen.

$(1SE + 1()) + Z = V_h^9$

$2SE + 1\widehat{()} = V_h^{13}$

$1\widehat{()} = V_h^{14}$

$1Z = V_h^{15}$

$1SE = V_h^{16}$.

Die Symmetrie in A oder B entspricht immer einer Untergruppe (bezw. der Gruppe selbst) der Gesamtsymmetrie. So ist ohne weiteres klar, dass im trigonal-rhomboedrischen System (mit Γ_{rh} von würfelähnlicher Gestalt) die trigonale Axe stets auftreten wird. Ist somit einerseits ein grosser Spielraum gegeben, indem eine niedere Symmetrie wie $\widehat{()}$ je nach gegenseitiger Stellung der Axen verschiedene Kristallsymmetrie zur Folge haben kann ($\widehat{()}$ ist mit dem Gesamtbauplan verträgliche Untergruppe in A für mehrere Symmetrien), so muss doch hinsichtlich der 3- oder 4-Zahl von Atomen eines zentrosymmetrischen Komplexes ein Unterschied bestehen bleiben, sofern der MN_4-Komplex die Ebenenanordnung bevorzugt. Von einem Komplex MN_3 würde man erwarten, dass er kubische oder trigonal-rhomboedrische (event. hexagonale) Gesamtsymmetrie bedingen würde, ein Komplex MN_4 aber vorwiegend tetragonale, rhombische oder monokline. Nun ist nur ein Bauplan mit relativ einfacher Periode berücksichtigt worden; es ist aber ohne weiteres klar, dass für den Typus Zinkblende Ähnliches gilt. Ganz andere Verhältnisse stellen sich hingegen ein, wenn grössere Perioden oder Baupläne, die schon im kubischen System mit der Richtung wechselnde, verschieden grosse, kürzeste Abstände haben, berücksichtigt werden, denn auch Klassen des tetragonalen, rhombischen, monoklinen Systemes sind Untergruppen der kubischen Punktgitter. (Siehe zum Beispiel für die kristallonomisch wichtigen Punkte erster Ordnung die Tabelle in lit. 10,) In allen diesen Fällen brauchte eine Abhängigkeit wie die oben abgeleitete nicht mehr vorhanden zu sein. Das Hinzufügen des einfachperiodischen, hexagonalen Bautypus hätte anderseits nur zur Folge, dass auch MN_4-Komplexe unter gewissen Bedingungen trigonal oder hexagonal kristallisieren könnten (zum Beispiel K_2SO_4 etc.). Prüft man das bekannte Material auf diese Eigenschaften hin, so bildet die Unkenntnis über allfällige Polymerisation noch ein Hindernis.

In der Tabelle 2 sind daher ohne Einschränkung alle mir bekannten kristallographisch untersuchten Substanzen aufgeführt, die wenigstens vermutungsweise die Kombination AB besitzen, wobei B ein Komplex MN_3 oder MN_4 ist, A aber noch Einatomwert besitzt. Man sieht, dass die Abhängigkeit in ausgesprochener Weise vorhanden ist, sie tritt im statistischen Sinne geradezu frappant hervor.[1]) Das scheint mir ein nicht misszuverstehender Hinweis dafür zu sein, dass relativ kurze Perioden und einfache Baupläne bei wenig komplizierten Substanzen vorherrschen. Berücksichtigt man die Ergebnisse der statistischen Untersuchungen für Verbindungen AB mit A und B vom Einatomwert (siehe lit. 9), nach denen fast alle kubisch oder nahezu kubisch sind, so darf man wohl sagen, dass der Weg sich öffnet, der dazu führt, Kristallstruktur und Chemismus in funktionelle Beziehungen zueinander zu bringen. Für die eine Reihe gilt im allgemeinen, dass Verbindungen AB kubisch kristallisieren, wenn A und B Atomwert haben, und dass dann, wenn nur eine Baugruppe komplex ist, die Komplexsymmetrie von noch abschätzbarem Einfluss auf die Gesamtsymmetrie ist. Daneben ist wohl mindestens noch eine pseudohexagonale Reihe vorhanden, die ihren höchstsymmetrischen Ausdruck im hexagonalen System findet. (Siehe auch Fedorow.)

Es sind nur vermutliche Verbindungen AB (mit einer einzigen Baugruppe als Atomkomplex) betrachtet worden, weil die Ungewissheit über den Baugruppencharakter infolge der salzartigen Eigenschaften der meisten Verbindungen hier am geringsten ist. Sicherlich wird man auch Abhängigkeiten bei andern Verbindungstypen erwarten müssen. Sie sind auch in viel reichlicherem Masse vorhanden, als man gemeiniglich annimmt. Schon Tschermak (lit. 7) hat auf einige Beziehungen besonders bei Molekularverbindungen aufmerksam gemacht. Hier seien auszugsweise weitere einfache Verbindungen mit dem zugehörigen Kristallsystem aufgeführt (vorwiegend aus P. v. Groth's Chemischer Kristallographie).

Die Tabelle zeigt einerseits den hochsymmetrischen Charakter der meisten einfachen Verbindungen, anderseits aber auch wie Zwei-, Drei-, Vierzahl und Sechszahlen im Molekelbau häufig die Gesamtsymmetrie beeinflussen. Doch lässt sich die Art der Baugruppen nicht durchwegs voraussagen, so dass eine nähere Diskussion noch

---

[1]) Der Umstand, dass einige Verbindungen $A(MN_3)$ nur pseudokubisch sind, wird im II. Abschnitt eine Erklärung finden. Die Winkelwerte sind jeweilen so nahe denen des kubischen oder trigonalen Systems, dass es sicherlich sich um eine Abweichung anderer Grössenordnung handelt als die zwischen MN_3 und MN_4.

Tabelle 2. (Die Bezeichnungen rhomboedrisch oder trigonal-rhomboedrisch, sondern geben an, dass bei Kristallisation im trigonalen

$[A(MN_3)]$			
$NaClO_3$	kubisch-tetardoedrisch	$NaNbO_3$	pseudokubisch
$NaBrO_3$	kubisch-tetardoedrisch	$HgAsO_3$	hexagonal
$NaJO_3$	rhombisch	$CaTiO_3$	pseudokubisch
$AgClO_3$ }	tetragonal	$MnTiO_3$	trigonal-skalenoedrisch (rhomboedrisch)
$AgBrO_3$ }			
$AgClO_3$	auch kubisch	$FeTiO_3$	trigonal-rhomboedrisch
$AgJO_3$	rhombisch	$ZnSiO_3$	rhombisch
$KClO_3$	monoklin-pseudorhomboedr.	$CaSiO_3$	monoklin u. pseudohexagonal
$KBrO_3$	trigonal-pseudokubisch	$MgSiO_3$	rhombisch, monoklin (in Hornblendeform, ähnlich hexagonal)
KJO_3	monoklin-pseudokubisch		
$RbClO_3$	monoklin-pseudorhomboedr.		
$RbJO_3$	pseudokubisch oder kubisch	$MnSiO_3$	triklin
$CsClO_3$	pseudorhomboedrisch	$NiTiO_3$	rhomboedrisch
$LiNO_3$	trigonal-rhomboedrisch	$CoTiO_3$	rhomboedrisch
$NaNO_3$	trigonal-rhomboedrisch	$PbSiO_3$ }	fraglich hexagonal oder pseudohexagonal
$AgNO_3$	trigonal-rhomboedrisch, daneben rhombisch	$BaSiO_3$ }	
		$SrSiO_3$ }	
KNO_3	rhombisch-pseudotrigonal, daneben labil rhomboedr., eventuell kubisch	$MgCO_3$ }	
		$CaCO_3$ }	
		$MnCO_3$ }	
$RbNO_3$	pseudohexagonal oder -trigonal	$FeCO_3$ }	rhomboedrisch (meist ditrigonal-skalenoedrisch)
		$NiCO_3$ }	
$CsNO_3$	pseudotrigonal	$CoCO_3$ }	
$TlNO_3$	kubisch, hexagonal und rhombisch	$ZnCO_3$ }	
		$CdCO_3$ }	
$ZnSeO_3$	rhombisch, nicht näher bekannt	$SrCO_3$ }	rhombisch-pseudohexagonal
$FeAsO_3$	monoklin	$CaCO_3$ }	
$(TlSO_3)_2$	monoklin, in Mischkristallen trigonal und pseudohexagonal	$BaCO_3$ }	
		$PbCO_3$ }	
$(KSO_3)_2$	trigonal-trapezoedrisch		
$(RbSO_3)_2$	trigonal-trapezoedrisch		

pseudorhomboedrisch beziehen, sich nicht auf die Groth'sche Klasse, System rhomboedrisches Raumgitter wahrscheinlich ist.

Tabelle 2.

$[A(MN_4)]$

$LiJO_4$	tetragonal	$CsMnO_4$	rhombisch	Regulär sind die Chloride, Bromide, Jodide von (NH_4) einer typisch tetraedrisch gebauten Gruppe.
$NaJO_4$		$TlClO_4$		
$AgJO_4$		$SrSO_4$	rhombisch	
KJO_4		$SrSeO_4$		
$RbJO_4$		$BaSO_4$		
$KRuO_4$		$BaCrO_4$		
$CaWO_4$		$BaSeO_4$		$[AuCl_4]NH_4$ wieder tetragonal
$MgWO_4$		$PbSO_4$		
$BaWO_4$		$PbSeO_4$		$[SbCl_4]Rb$ monoklin
$ZnWO_4$		$FeSO_4$		$[AuCl_4]K$ monoklin
$SrWO_4$		$CuSO_4$		$[AuBr_4]K$ monoklin
$BaWO_4$		$CdSO_4$		
$PbMoO_4$	tetragonal (pyramidal)	$ZnSO_4$		$[BF_4]K$ rhombisch und kubisch
$PbWO_4$		$SrCrO_4$	rhombisch und monoklin	$[BF_4]Rb$ rhombisch und kubisch
$CaMoO_4$	tetragonal	$PbCrO_4$	monoklin	$[SbCl_4]Rb$ monoklin
$SrMoO_4$		$BiVO_4$	rhombisch	$AlPO_4$ hexagonal
$BaMoO_4$		$MnMoO_4$	monoklin	
$ZnMoO_4$		$FeMoO_4$		
YPO_4		$CoMoO_4$		
$CaSO_4$	rhombisch	$NiMoO_4$		
$CaCrO_4$?	pseudotetragonal	$MnWO_4$		
$CaSeO_4$		$FeWO_4$		
$AgClO_4$	rhombisch	$PbWO_4$		
$AgMnO_4$	monoklin	$MgWO_4$	vermutl. monoklin	
$KClO_4$	rhombisch	$NiWO_4$		
$KMnO_4$		$CoWO_4$		
$RbClO_4$		$AlAsO_4$	monoklin, pseudokubisch	
$RbMnO_4$		Monazit	monoklin	
$CsClO_4$		$Y(Nb,Ta)O_4$	monoklin	
		$BiPO_4$	monoklin	
		$BiAsO_4$		

Tabelle 3.

Einfache dreiatomige Typen mit zwei gleichen Atomen.
Sie kristallisieren fast alle noch mit hoher Symmetrie (kristallographisch z. B. AB_2 BAB $A(AB_4)$ usw.).

Cu_2Zn	kubisch	ThO_2	tetragonal
$NaCd_2$		US_2	
Mg_2Sn		PbO_2	
Ag_2S		MgF_2	
$PtSb_2$		TiF_2	
$PtAs_2$		HgJ_2	
$PtTe_2$		$CuSn_2$	hexagonal oder trigonal
FeS_2		SiO_2	
MnS_2		PbO_2	
Sn_2Sb		MoS_2	
SiO_2		$FeCl_2$	
Cu_2O		$FeBr_2$	
CeO_2		FeJ_2	
UO_2		CdJ_2	
RuS_2		PbJ_2	
CaF_2		$PbBr_2$	rhombisch
SrF_2		$PbCl_2$	pseudohexagonal
PbF_2		$FeAs_2$	
BaF_2		FeS_2	
$MnCl_2$		TiO_2	
$CaCl_2$		TeO_2	rhombisch
TeO_2	pseudokubisch	$ZnBr_2$	
ZrO_2		$HgCl_2$	
Cu_2S		$HgBr_2$	
TiO_2	tetragonal	Cu_2S	
MnO_2		$AuTe_2$	monoklin
SnO_2		SnF_2	
ZrO_2		PbJ_2	triklin
RuO_2			

Weitere einfache Typen mit nur zweierlei verschiedenen Atomen.

$AlCl_3$	trigonal	As_2O_3	rhombisch, event. pseudorhomb.
AlF_3		Sb_2O_3	
CrF_3		Bi_2O_3	
$FeCl_3$			
$TiCl_3$		Bi_2S_3	
PJ_3		Sb_2S_3	rhombisch
AsJ_3		As_2S_3	monoklin
SbJ_3			
BiJ_3			
$SbCl_3$	rhombisch ? pseudotrigon.	SnJ_4	kubisch (viell. tetraedr. Baugruppe)
SbF_3		UCl_4	
$(FeAl_3)$	? monoklin	$IrCl_4$	
Mn_3C	pseudohexagonal	SiJ_4	
FeC	hexagonal (trig.) od. rhombisch	TiJ_4	
Fe_3Si	triklin, pseudohexagonal	CJ_4	kubisch oder pseudokubisch
Cu_3As	rhombisch-pseudohexag.	CBr_4	
Fe_3P	tetragonal	$SnBr_4$	rhombisch
$CoAs_3$	kubisch	$CeAl_4$	
Al_2O_3	trigonal (rhomboedr. Gitter)	$LaAl_4$	
Fe_2O_3			
Cr_2O_3			
Ti_2O_3			
La_2O_3			
As_2O_3	pseudokubisch		
Sb_2O_3			
Bi_2O_3			

Vermutliche Gruppen mit Zweizahl.

$Na(NO_2)$, $K(NO_2)$	rhombisch
$Fe(CuS_2)$	tetragon. pseudokubisch
$Sb(CuS_2)$	rhombisch
$Bi(CuS_2)$	rhombisch
$As(AgS_2)$	monoklin
$As(TlS_2)$	monoklin

Ausgesprochene wirksame Sechszahl.

$Na_2[Sn(OH)_6]$, $K_2[Sn(OH)]_6$, $K_2[Pt(OH)_6]$, $K_2[Pb(OH)_6]$	trigonal (ditrig. skalenoedrisch)
$MgSiF_6 \cdot 6H_2O$	trigonal, anderseits auch kubisch wie: K_2PtCl_6, K_2SnCl_6.

verfrüht wäre. Alle derartigen Beziehungen sind ja schliesslich ebenfalls verständlich bei Berücksichtigung viel grösserer Raumperioden (sogenannten Kristallmolekel) oder komplizierter Strukturen, aber sie müssen dann nicht mehr vorhanden sein. Je einfacher die Verbindung, um so höher symmetrisch ist sehr oft die Kristallform (oder zum mindesten die Pseudoform), um so deutlicher und abschätzbarer ist auch die Wirkung eventuell vorhandener Komplexsymmetrie.[1]) Das ist eine Tatsache, die sehr für die prinzipielle Richtigkeit der Bragg'schen Modelle spricht.

II.

Wer die Tabellen (und auch die in lit. 9) aufmerksam durchgeht, findet, dass besondere Abweichungen sehr oft an das Auftreten gewisser gekennzeichneter Atome gebunden sind. Liest man P. v. Groth's „Einleitung in die chemische Kristallographie", so wird einem bewusst, dass wirklich mancherlei für ganz bestimmten Atomeinfluss spricht. Auf so Allbekanntes sei hier nicht näher eingegangen, wenn sich auch vom neuen Standpunkte (insbesondere den neuen Forschungen über Atomkonstitution[2]) mancherlei ergänzen liesse. Nur auf eine, wie mir scheint, ausserordentlich wichtige und bis jetzt unbemerkt gebliebene Beziehung sei hingewiesen.[3])

Vor kurzem gab ich eine Zusammenstellung der experimentell untersuchten mineralischen Modifikationsänderungen. Es zeigte sich, dass praktisch die Trennung in zwei Gruppen zweckmässig ist. In der einen Gruppe der Modifikationsänderungen bleibt das Kristallgebäude als solches erhalten unter Änderung der Gesamtsymmetrie. In der anderen Gruppe sind die Beziehungen zwischen den verschiedenen Kristallformen komplexer; bei der Umwandlung finden grössere mechanische Umstellungen (zum Beispiel Translationen etc.) oder sogar molekularer Zerfall und Neuzusammentritt statt. Die gleiche Einteilung bewährt sich in der Kristallwelt überhaupt.

Die Fälle, wo bei der Modifikationsänderung das Kristallgebäude erhalten bleibt, also nur die Symmetrie eine andere wird, beispiels-

---

[1]) Dazu ist eine wichtige Bemerkung zu machen. Unter den Silikaten gibt es beispielsweise einige sehr kompliziert zusammengesetzte Typen (Granat, Sodalithe, Hauyne, Melilithe etc.), die man chemisch als Doppelsalze auffassen muss. Sie zeigen dann durchwegs wieder hohe äussere Symmetrie. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Doppelsalzkomponenten zueinander in hochsymmetrischer Anordnung stehen und die Wirkung der Einzelatome zurücktritt.

[2]) Siehe die Randbemerkung auf Seite 11.

[3]) Nur das Grenzformenproblem, ohne Rücksicht auf Modifikationsänderungen, war bereits Gegenstand von Betrachtungen.

weise aus einer pseudohexagonalen Modifikation die wirklich hexagonale hervorgeht, geben Anlass zu einer besonderen Betrachtung. Es besitzt dann unterhalb einer gewissen Temperatur (konstanter Druck) eine prinzipiell gleiche Anordnung, einen andern Symmetriegrad als oberhalb. Gehen zum Beispiel vor der Umwandlung von einem Schwerpunkte aus Hauptkraftlinien, die einen Winkel von nahezu 60° zueinander bilden (pseudohexagonal), so bilden sie nachher genau 60°. Bei der Umwandlung ändert sich die Gesamtanordnung prinzipiell nicht, wohl aber die Symmetrie der Baugruppen. Meistens ist die Form höherer Temperatur die höher symmetrische. Bei tieferen Temperaturen verleiht die unvollkommene Symmetrie der Baugruppen dem Kristall somit Eigenschaften, die einen niederern Symmetriegrad bedingen, als er dem Gesamtbauplan zukommen würde. Nun findet sich Derartiges gerade bei ausgesprochen einfachen Verbindungen und es erhebt sich die Frage, ob die symmetrieherabsetzenden Eigenschaften bestimmten Atomen zugeschrieben werden können.

Die Symmetrie eines Atomkomplexes auf die Symmetrieeigenschaften irgendeines Atomes des Kristallgebäudes zurückzuführen, ist nur eine verschiedene Betrachtungsweise des gleichen Problemes. Ob wir die Anordnung oder die Art der vom Atom ausgehenden Kräfte als primär ansehen, ist nebensächlich. Neu aber ist die Fragestellung, ob sich derartig niedrige „Atomsymmetrie“ in ganz verschiedenen einfachen Verbindungen bemerkbar machen kann, ob sie somit wirklich etwas dem Atom an und für sich Anhaftendes ist (das bei andern Temperaturen verschwinden kann)! Ist das der Fall, so wären mit einem Schlag gewisse Modifikationsänderungen miteinander in Beziehung gebracht, gewisse Symmetrieherabsetzungen auf die gleiche Ursache zurückgeführt.

Einige an sich selbstverständliche Überlegungen seien der Diskussion vorausgeschickt. Die Umwandlung der Kristallart in die höhere Symmetrie braucht nicht stattzufinden, wenn der Bauplan oder die Eigenschaften der übrigen Atome auch bei Änderung der einen Atombeschaffenheit eine Gesamtsymmetrieerhöhung ausschliessen (besonders wenn das betreffende Atom eine allgemeine Lage besitzt). Es kann unter Umständen eine derartige Umwandlung bei hoher Temperatur auch wohl vorhanden, aber bis jetzt der Beobachtung entgangen sein.[1])

[1]) Experimentelle Untersuchungen in dieser Hinsicht wurden von J. J. P. Valeton, mit dem ich über den Gegenstand manche wichtige Diskussion hatte, unternommen. Sie sind aber äusserer Umstände wegen vorläufig zurückgestellt worden. Valeton machte zuerst auf Ähnlichkeiten in den Erstarrungs- und Umwandlungsdiagrammen der Alkali-Sulfate, -Nitrate und -Chloride aufmerksam.

Ferner ist ohne weiteres zu erwarten, dass die Temperatur der Symmetrieerhöhung sehr variabel mit der Art der Bindung sein wird, so dass man zunächst nicht weiss, in welchem Existenzgebiet eine Verbindung sich bei einer bestimmten Temperatur befindet. In Berücksichtigung aller Umstände würde die Annahme zu folgendem Schlusse führen: Vermutet man, dass eine gewisse Modifikationsänderung in der Änderung der Beschaffenheit eines Atomes mit steigender Temperatur ihren Grund hat, so ist zu prüfen, ob andere einfache Verbindungen mit der gleichen Atomart auch derartige Umwandlungen zeigen, oder ob sie zum mindesten bei tiefen Temperaturen nicht in einer Symmetrieklasse kristallisieren, die ausserordentlich hohe Symmetrie für das betreffende Atom verlangen würde (vorausgesetzt, dass bei einfachen Verbindungen die Raumperiode im allgemeinen klein ist).

Um mit den Beispielen an das direkt Bekannte anzuknüpfen, wählen wir den Ausgangspunkt etwas anders. KCl ist bei gewöhnlicher Temperatur vom Typus [**A**, 6 B]; [**B**, 6 A], zeigt hingegen Ätzfiguren vom kubisch pentagonikositetraedrischen Habitus. Es bleibt beim Erhitzen kubisch, eine Umwandlung ist aber in Rücksicht auf die im System NaCl-KCl auftretende Entmischungskurve nicht unwahrscheinlich. Die Symmetrie ist somit bei gewöhnlicher Temperatur niedriger als der ideale Atombauplan, und in welcher Weise man sich auch die Abweichungen vorstellt, so ist doch zu erwarten, dass sie ihren Grund nicht in den Kristallisationsgesetzen, sondern in der Atombeschaffenheit haben. Sind nun in anderen einfachen K-Verbindungen Andeutungen für eine niedrige Symmetrie einer Atomart vorhanden, die bei höherer Temperatur eventuell verschwinden kann? Die Antwort darauf ist in ganz überraschender Weise bejahend. Zunächst sind auch KBr und KJ bei gewöhnlicher Temperatur und bei gleichem Bauplan pentagonikositetraedrisch. Das rhombisch-pseudohexagonale KNO_3 wandelt sich bei zirka 130° in eine trigonale Modifikation, unter Erhaltung des Kristallgebäudes, um. Das rhombisch-pseudohexagonale K_2SO_4 wandelt sich bei zirka 600° in die richtig hexagonale Modifikation um. Ebenso verhält sich K_2CrO_4 bei 666°. Infolge Mischkristallbildungen sehr wahrscheinlich sind derartige Umwandlungen für die Selenate, Manganate, Wolframate, die ebenfalls bei gewöhnlicher Temperatur sehr angenähert hexagonal (rhombisch-pseudohexagonal) kristallisieren. $KClO_3$ kristallisiert bei gewöhnlicher Temperatur monoklin, aber mit so grosser Annäherung an die rhomboedrische Struktur, dass eine Umwandlung bei höheren Temperaturen nicht ausgeschlossen ist. Ebenso ist KJO_3 bei Zimmertemperatur monoklin pseudokubisch, $KBrO_3$ trigonal pseudo-

kubisch. KH_2PO_4 und $KH_2As_2O_4$ kristallisieren tetragonal, aber nur tetragonal-skalenoedrisch. Trigonal-trapezoedrisch ist $K_2S_2O_6$. Pseudo-oktaedrisch-ditrigonal-skalenoedrische Kristallformen zeigen $K_2Sn(OH)_6$; $K_2Pt(OH)_6$ $K_2Pb(OH)_6$. Rhombisch-pseudohexagonal sind ausser den erwähnten Sulfaten, Manganaten, Selenaten auch K_2TeO_4, K_2MoO_4, K_2UO_4, $K_2Cd(NO_2)_4$, $K_2Ba(NO_2)_4$, $KHSi_2O_5$ und vielleicht auch $K_2Si_2O_5$. Von K_2FeO_4 weiss man, dass die doppelbrechende Modifikation bei höherer Temperatur in eine einfachbrechende übergeht. KJO_4 ist tetragonal von nicht näher bestimmter Klasse. Die übrigen, genauer bekannten, einfacheren Kalisalze kristallisieren bei gewöhnlichen Temperaturen durchwegs in niederen Kristallsystemen, wenn auch oft eine Annäherung an kubisches oder hexagonales System unverkennbar ist. So sind $KClO_4$, $KMnO_4$, $KAg(NO_3)_2$, KNCS rhombisch, $K_2S_4O_6$, KBO_2, $K_2Cr_3O_{10}$, $K_2Cr_4O_{13}$ und eine zweite Modifikation von K_2WO_4 monoklin, $K_2Cr_2O_7$, $K_2S_2O_8$ triklin, K_2CO_3 ist pseudorhomboedrisch, vielleicht aber monoklin bis triklin. Alles das stützt die Annahme wesentlich, dass bei den einfachen K-Verbindungen sich ein, mit zunehmender Temperatur oft verschwindender, symmetrieherabsetzender Einfluss des K-Atomes bemerkbar macht.

Interessant ist, dass auch $KAlSi_2O_6$ (Leucit) bei zirka 700° aus einer pseudoisotropen in die isotrope Form übergeht. Ähnlich verhält sich $KFeSi_2O_6$. Katapleit ($K_2H_4ZrSi_3O_{11}$) wandelt sich bei Temperaturerhöhung, wie der ähnlich gebaute Natronkatapleit, aus der monoklin-pseudohexagonalen in die hexagonale Form um.

Dass sich Na-Rb-Cs-Salze überhaupt ganz ähnlich verhalten, ist zu erwarten, denn die Atombeschaffenheit hängt sicher mit der Stellung im periodischen System zusammen und K, Na, Rb, Cs sind sehr nahe miteinander verwandt.[1])

Nun macht man die Beobachtung, dass die Na-Salze schon bei viel tieferen Temperaturen die Umwandlung in die höhere Symmetrie zeigen als die entsprechenden Kalisalze. Es scheint auch ein gleichsinniger Einfluss der übrigen Atomkomplexe im Kristallgebäude auf die Umwandlungstemperatur vorhanden zu sein. Dadurch wird ohne weiteres verständlich, warum von $NaNO_3$ bereits bei Zimmertemperatur nur eine trigonale

[1]) Kann man einerseits besondere Einflüsse der Atombeschaffenheit erkennen, so zeigt die isomorphe Mischbarkeit mancher Salze, dass verschiedene Atomgewichte bei naher Verwandtschaft im periodischen System oft ohne Einfluss auf die Symmetrie sind. Die für Kristallsymmetrie eventuell massgebenden Einflüsse liegen nicht in der Masse, sondern vermutlich in dem äusseren Bau der Atome. Eine genaue Verfolgung dieser Erscheinungen muss für die Lehre von dem Bau der Atome von grossem Wert sein.

	Chlorid	Sulfat	Nitrat	Chromat
K	sicher über Zimmertemperatur, wenn vorhanden	595°	130°	666°
Na	?	240° oder 230°	sicher unter Zimmer-temperatur, wenn vorhanden	413°

Form existieren kann. Darüber, ob NaCl bei gewöhnlicher Temperatur regulär holoedrisch oder hemiedrisch kristallisiert, sind die Meinungen geteilt; da wir die eventuelle Umwandlungstemperatur von KCl nicht kennen, lässt sich das Temperaturgebiet von diesen neuen Gesichtspunkten aus nicht fixieren. Allerdings ist von CsCl eine Umwandlung bekannt, deren Temperatur zwischen der seines Sulfates (um 660°) und seines Nitrates (um 145°) liegt. Man sieht, wie sich aus dieser Betrachtungsweise viele neue Problemstellungen ergeben, soweit die eine Gruppe der Modifikationsänderungen (Erhaltung des Kristallgebäudes) in Frage kommt. Hinsichtlich der Na-Verbindungen seien noch folgende bekannte Umwandlungen erster Art beigefügt: Analcim wird zwischen 180° und 500° vollständig isotrop. Kryolith AlF_6Na_3 ist monoklin bei gewöhnlicher Temperatur, zeigt aber meist würfelähnliche Kombinationen und wird zwischen 550° und 570° ohne Zerfall regulär. Natronkatapleit wird von pseudo- wirklich -hexagonal bei 140°.

Bei der Prüfung anderer einfacher Metallsalze auf Modifikationsänderungen dieser Art macht man die Erfahrung, dass das vorhandene Material zur Diskussion meist zu gering ist. Ca-Salze zeigen wohl Umwandlungen, bei denen es nicht ausgeschlossen ist, dass die Kristallstruktur als Ganzes erhalten bleibt. Sie liegen aber bei so hoher Temperatur, dass die Deutung der Prozesse schwierig ist. Grahmann glaubte bei den Erdalkalisulfaten eher eine Symmetrieabnahme bei den Umwandlungen (Ca zum Beispiel 1150°) wahrzunehmen. Hingegen zeigen wohl einfache Fe-Verbindungen ähnliche Erscheinungen wie die Alkalisalze. Schon Fe selbst soll bei kubischer Gesamtsymmetrie mehrere Umwandlungen erleiden. Im FeS findet wieder eine Umwandlung vom rhombisch-pseudohexagonalen in den hexagonalen Charakter statt. Für Pyrit ist eine Symmetrieerhöhung aus der dyakisdodekaedrischen in die holoedrische Klasse des kubischen Kristallsystemes nicht unwahrscheinlich. Auch Cu-Verbindungen zeigen ähnliche Tendenzen, so dass man allgemein sagen kann, dass

bei höherer Temperatur sehr oft symmetrieherabsetzende Eigenschaften der Atóme verschwinden.

Auf ein besonders ausgezeichnetes Beispiel sei noch hingewiesen. Es betrifft das die SiO_2-Modifikationen. Für die drei Gruppen der Cristobalite, Tridymite, Quarze sind wohl drei verschiedene Raumgitteranordnungen, die vielleicht auch chemisch verschiedenen Polymerisationsgraden entsprechen, wahrscheinlich. In jeder Gruppe zeigen sich aber ausserdem energetisch geringfügige Umwandlungen von einer niedersymmetrischen in eine höhersymmetrische Form, wobei jeweilen die Kristallgestalt erhalten bleibt (Quarz hexagonal-trapezoedrisch-tetartoedrisch $\rightleftarrows$ hexagonal-trapezoedrisch-hemiedrisch bei 575°, Cristobalit pseudokubisch $\rightleftarrows$ kubisch zwischen 270°—198°, Tridymit pseudohexagonal $\rightleftarrows$ hexagonal bei zirka 163° vielleicht mit Zwischenstufe). Sie müssen wohl eine gemeinsame Ursache haben, die in der Beschaffenheit des Si-Atoms liegt, das bei tieferen Temperaturen nicht genau diejenige Symmetrie auszubilden gestattet, die mit dem jeweiligen Bauplan verträglich ist. Von besonderem Interesse ist der grosse Temperaturunterschied in den verschiedenen Gruppen; die Art der Bindung muss von grossem Einfluss auf die Änderung dieser Atombeschaffenheit sein.

Natürlich braucht es sich bei allen diesen Umwandlungen, die jeweilen auf ein Atom zurückgeführt werden, nicht um dieselbe Symmetrieerhöhung im kristallographischen Sinne zu handeln.[1]) Das diskutierte Material weist nur mit grösster Wahrscheinlichkeit darauf hin, dass bei einzelnen Atomen bei tiefen Temperaturen symmetrieherabsetzende Einflüsse sich geltend machen, die bei höherer Temperatur, in Abhängigkeit von der Art der Bindung und der Art der übrigen Atome im Kristallgebäude, verschwinden können. Dem Zusammentritt der Komplexe zum Kristallgebäude liegen allgemeine Kristallisationsgesetze zugrunde, so dass trotz dieser hemmenden Einflüsse schon bei niederer Temperatur in einfachen Verbindungen die dem Bauplan entsprechende höhere Symmetrie nahezu erreicht wird (Kristallisation in einer tiefersymmetrischen Klasse des entsprechenden Systemes oder Pseudo-Symmetrie).

Der symmetrieherabsetzende Einfluss der betreffenden Atome macht sich natürlich auch in der Stellung der übrigen Atome zueinander geltend. Sind daneben noch Komplexe vorhanden mit weniger spezieller Lage einzelner Atome, so werden die letzteren bestimmte

---

[1]) Zunächst würde überhaupt zu untersuchen sein, ob die betreffenden atomaren Eigenschaften vektorieller Natur sind.

Freiheitsgrade der Lageänderung (lit. 9) besitzen, die nach dem Übergang in die höhersymmetrische Form verschwinden oder verringert werden müssen. Geht nun der symmetrieherabsetzende Einfluss des Atomes mit steigender Temperatur zurück, so nähert sich die Lage dieser „beweglichen“ Atome im Raumgitter von selbst derjenigen, die zuletzt vielleicht sprungweise erreicht wird. Man wird also auch eine Annäherung im äusseren Habitus, den Axenverhältnissen, Winkelwerten etc. an die bei höherer Temperatur stabile Modifikation beim Erhitzen zu erwarten haben. Auch diese Folgerung bestätigt sich glänzend. Zuerst wurde sie für Quarz ($\alpha - \beta$-Umwandlung) von verschiedenen Forschern hinsichtlich verschiedener Funktionen wie Doppelbrechung, Winkelwerte, Dichte, Axenverhältnisse festgestellt. Neuerdings hat R. Grossmann im mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Leipzig Boracit und Leucit daraufhin geprüft (lit. 13). Ganz deutlich zeigte sich, wie in allen Winkelwerten mit höherer Temperatur (zum Teil im Gegensatz zu dem Änderungssinne bei tiefen Temperaturen) in steigendem Masse ein Einfluss im Sinne der schliesslichen Modifikationsändernng bemerkbar wird. Bei Leucit ist der Übergang fast ein kontinuierlicher bis zu dem Punkte, wo die richtig kubische Form sich einstellt. Es handelt sich also bei derartigen Modifikationsänderungen wirklich um gewissermassen mechanische Probleme innerhalb des gleichen Raumgitters. Die Berücksichtigung dieses Umstandes ist von Bedeutung bei der Zuordnung eines bestimmten Strukturtypus für derartige Kristallarten. So lässt sich leicht diskutieren, welche Raumgruppen beispielsweise für Quarz oder für die rhombischen und hexagonalen Alkalisulfate überhaupt in Frage kommen und welcher Art die Atomlagerung sein muss. Vielleicht gibt sich späterhin Gelegenheit darauf zurückzukommen.

III.

Schon die letzten Erwägungen zeigen, dass zum Studium der kristallographischen Eigenschaften eine intensive analytisch-geometrische Durchforschung der Kristallgebäude einsetzen muss. Hiebei wird man natürlich den gebräuchlichen Bezeichnungsweisen der makroskopischen Kristallographie Rechnung tragen. Bereits Johnsen (lit. 5) hat über die rechnerischen Aufgaben bei Vorhandensein mehrerer Atomgitter wertvolle Mitteilungen gemacht; wenn ich im folgenden zum Teil eine etwas abweichende Bezeichnungsweise anwende, so glaube ich nur noch speziellere Bedürfnisse berücksichtigen zu müssen. Zu Koordinatenaxen wählt man, wenn immer möglich, die-

jenigen Richtungen, die für die makroskopischen Flächenformen kristallographische Axen sind. Es sind das dann zugleich die Kanten eines der Bravais'schen einfachen oder zentrierten Raumgitter-Polyeder [zugleich von einer der Schoenflies'schen Translationsgruppen in der Darstellung als einfaches, flächenzentriertes oder innenzentriertes Triparalleloeder (eventuell Tetraparalleloeder im hexagonalen System)]. Man bezieht irgendeine Atomschwerpunktslage darauf und nicht auf ihr besonderes Atomgitter. Dadurch vermeidet man lästige Transformationen. Im übrigen hält man sich streng an die gebräuchlichen Methoden der analytischen Geometrie des Raumes, muss aber berücksichtigen, dass bei der Symbolisierung von Graden und Ebenen parallele Elemente ähnliche Symbole bekommen (weil makroskopisch parallele Elemente einander gleichwertig werden) und dass x, y, z im allgemeinen nicht nur mit den gleichen, sondern mit verschiedenen Masstäben gemessen werden. Das letztere ist besonders bei der Berechnung von Flächeninhalten und Strecken beliebiger Lage nach dem einheitlichen Centimetersystem zu berücksichtigen. Es seien X, Y, Z die Koordinatenwerte, bezogen auf drei im allgemeinen verschiedene Masstäbe, so dass $X = \frac{x}{a}$, $Y = \frac{y}{b}$, $Z = \frac{z}{c}$ sind, wo x, y, z mit ein und demselben Masstab gemessen werden und a, b, c die kürzesten Perioden (Translationen) in Richtung der Koordinatenaxen bezeichnen (Kantenlängen des aus den ersten drei Pinakoiden bestehenden Triparalleloeders). Nullpunkt ist der unten links hinten gelegene Eckpunkt des so definierten Polyeders, das also im ersten positiven Quadranten steht. Die Betrachtung der Punktlagen in diesem einen Polyeder genügt immer zur Kennzeichnung für die ganze Raumerfüllung, da wahlgemäss die gesamte Raumperiode sicherlich in ihm enthalten ist und jedes Kristallgitter aus lückenlos parallelgelegten derartigen Bereichen sich aufbaut. (Es sind indessen nicht immer die kleinsten primitiven Translationsbereiche.)

Irgendeine Punktlage bekommt als Symbol ihre Koordinatenwerte X, Y, Z in doppelter, eckiger Klammer. Man nennt sie allgemein m, n, p, so dass also $\left[\left[X, Y, Z\right]\right] = \left[\left[m, n, p\right]\right]$ der Parameter einer Punktlage ist. Die Gleichung einer Geraden durch den Nullpunkt ist $\frac{X}{u} = \frac{Y}{v} = \frac{Z}{w}$; u, v, w ganzzahlig[1]) und relativ prim genommen, geben als [u, v, w] das Symbol dieser Geraden. Eine zu [u, v, w] parallele Gerade, die nicht durch den Anfangspunkt geht,

---

[1]) In beliebiger Annäherung lassen sich u, v, w stets ganzzahlig ausdrücken **ohne gemeinsamen ganzzahligen Teiler.**

besitzt die Gleichung

$$Y = \frac{v}{u}X + B;\ Z = \frac{w}{u}X + C.$$

B, C sind die Koordinaten des Durchstosspunktes dieser Geraden mit der YZ-Koordinatenebene. Das Symbol der Geraden schreibe ich mit $[u, v, w]^{B,C}$. Geht die Gerade durch den Punkt $\left[[m, n, p]\right]$, so müssen $B = n - \frac{v}{u}m$, $C = p - \frac{w}{u}m$ sein. Ist die Gerade der YZ-Ebene parallel, so lautet das Symbol ${}^{A,C'}[u, v, w]^{\infty,\infty}$, wo A, C' die Koordinaten des Durchstosspunktes der Geraden mit der YZ-Ebene sind. Schliesslich bleibt noch ${}^{\infty,\infty}[u, v, w]^{\infty,\infty}_{A'B'}$ als Symbol für die der Z-Achse parallelen Geraden übrig.

Die derartigen Symbole [u, v, w] stimmen mit den kristallographischen der entsprechenden Zonenaxen überein; die zueinander parallelen Geraden unterscheiden sich durch die ausserhalb der Klammer stehenden Kennziffern, wobei aus diesen sich leicht der Abstand der Durchstosspunkte auf den Koordinatenebenen berechnen lässt. Wenn u·B oder u·C (oder beide richtig kombiniert) paralleler Geraden sich nur um ganze Einheiten[1]) voneinander unterscheiden, so gehen sie durch homologe Punkte der Translationsgruppe. Sie sind sich gleichwertig oder hinsichtlich der Struktur identisch. Die Gleichung einer Ebene ist

$$X \cdot h + Y \cdot k + Z \cdot l = N.$$

$(h\,k\,l)_N$ ist das Symbol. h, k, l sind wieder ganzzahlig und relativ prim. N ist die Kennziffer und kann eine beliebig positive oder negative Zahl sein. Ist N = O, so geht die Ebene durch den Anfangspunkt. Ebenen mit gleichen h k l und verschiedenen N sind einander parallel. Eine Ebene durch den Punkt $\left[[m, n, p]\right]$ besitzt N = mh + + nk + pl. Da man die Translationen in Richtung der Koordinatenaxen zu den Einheiten der Masstäbe a, b, c gemacht hat, gilt analog wie oben für die Geraden, dass parallele Ebenen, deren N sich voneinander durch Addition oder Subtraktion ganzer Zahlen ableiten lassen, durch homologe Punkte der zueinander parallgestellten Koordinatenpolyeder gehen, kristallstrukturell somit identisch sind. (Sicher gehen sie dann durch homologe Punkte, die durch die Grundtranslationen oder Vielfache davon auseinander ableitbar sind.) Dieser letztere Satz ist sehr wichtig, da er wirklich gestattet, aus den Atomlagen in einem einzigen Triparalleloeder obiger Art die Besetzung mit Atomschwerpunkten irgendeine Ebene vollkommen festzulegen.

---

[1]) Die, sofern u und v noch einen gemeinsamen ganzzahligen Teiler besitzen, durch diesen ebenfalls ganzzahlig teilbar sein müssen.

Ein Beispiel möge die Anwendung zeigen:

Es betrifft die Struktur von NaCl nach dem Bragg'schen Modell (lit. 1). Der flächenzentrierte Würfel des Na-Atomes ergibt das elementare Triparalleloeder. Die Koordinaten derjenigen Na-Schwerpunkte, die sich nicht durch Translationen von der Länge und Richtung der Würfelkanten auseinander ableiten lassen (die also hinsichtlich der gewählten Form der Translationsgruppe voneinander unabhängig sind)[1]), lauten:

$$\mathrm{Na} = \left[\left[0\,0\,0\right]\right];\ \left[\left[\tfrac{1}{2}\ \tfrac{1}{2}\ 0\right]\right];\ \left[\left[\tfrac{1}{2}\ 0\ \tfrac{1}{2}\right]\right];\ \left[\left[0\ \tfrac{1}{2}\ \tfrac{1}{2}\right]\right],$$

die von

$$\mathrm{Cl} = \left[\left[\tfrac{1}{2}\ \tfrac{1}{2}\ \tfrac{1}{2}\right]\right];\ \left[\left[\tfrac{1}{2}\,0\,0\right]\right];\ \left[\left[0\ \tfrac{1}{2}\ 0\right]\right];\ \left[\left[0\,0\ \tfrac{1}{2}\right]\right].$$

Man will die Art der Besetzung des parallelen Gitterebenenkomplexes $(201)_N$ mit Na- und Cl-Atomen wissen. Man berechnet für jede der hinsichtlich des Würfels unabhängigen Schwerpunktslagen nach der Formel $N = mh + nk + pl$, das N der zugehörigen Gitterebene $(201) \cdot N = 2m + 1p$. Der Reihe nach wird man erhalten:

Für Na $\quad N = 0;\quad 1;\quad \frac{3}{2};\quad \frac{1}{2};$

für Cl $\quad N = \frac{3}{2};\quad 1;\quad 0;\quad \frac{1}{2}.$

In, bezüglich der gewählten Form der Translationsgruppe (Würfel), strukturell identischen Ebenen liegen einerseits die Punkte mit $N = 0, 1, 2 \ldots$, anderseits die Punkte mit $N = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2} \ldots$. Zu einem Elementarparallelogramm der Netzebene (elementar in bezug auf den Würfel) $(201)_0$ gehören somit 2 Na- und 2 Cl-Atome, zu einem Elementarparallelogramm der Netzebene $(201)_{\frac{1}{2}}$ ebenfalls 2 Na- und 2 Cl-Atome.

Es folgen in Richtung parallel (201) aufeinander: Netzebenen mit $N = 0, \frac{1}{2}, 1, \frac{3}{2} \ldots\ldots$, alle mit gleicher Besetzung von je 2 NaCl pro Elementarparallelogramm.

---

[1]) Die gewählte Form der Translationsgruppe ist in diesem Fall nicht die primitivste, das Elementarparallelogramm irgendeiner Netzebene also auch nicht das primitivste. Für die ganze Berechnung ist dies gleichgültig, da man sich immer auf die gleiche Form bezieht.

Für kristallographische und röntgenometrische Zwecke wichtig ist noch die Kenntnis der Inhalte der Elementarparallelogramme ($J_{(hkl)}$), sowie der Abstände paralleler Netzebenen voneinander ($\delta_{(hkl)\ N_1 - N_2}$).

Bezeichnen A, B, C . . . die Atomgewichte konstituierender Atome des Kristallgebäudes, a, b, c die Zahl der betreffenden Atome pro Elementarparallelogramm einer bestimmten Netzebene $(hkl)_N$, so gibt $\frac{aA + bB + cC + \cdots}{J_{(hkl)}} = L_{(hkl)\,N}$ die Belastung der Ebene an.

$L_{(hkl)\,N_1}$, $L_{(hkl)\,N_2}$ . . . . sowie $\delta_{(hkl)\,N_1 - N_2}$, $\delta_{(hkl)\,N_2 - N_3}$ . . . .

sind diejenigen Grössen, welche die Effekte beim Bragg'schen Untersuchungsverfahren bedingen. Nach dem oben gegebenen Beispiel des NaCl ist für irgendeine Ebene und irgendeine Strukturannahme die Berechnung leicht möglich. Man kann so an einer beliebigen Ebene die einmal gemachte Strukturannahme auf ihre Richtigkeit prüfen oder verschiedene Strukturannahmen gegeneinder abwägen. Besonders bei kompliziertem Bau ist die Berücksichtigung der Effekte senkrecht zu verschiedenartigen Ebenen zur endgültigen Deutung notwendig.

Aber auch zur Beurteilung des Verhaltens der Kristalle in verschiedener Richtung muss man die Belastung der Netzebenen und die Art der Periodizität senkrecht dazu kennen. Diese Betrachtungsweise ist ja für einfache Raumgitter schon seit langem im Gebrauch, sie muss jetzt hinsichtlich der atomaren Beschaffenheit lediglich einer Revision unterworfen werden.

Vorläufig seien für einige der Bragg'schen kubischen Strukturtypen die Berechnungen hinsichtlich der wichtigsten Flächen mitgeteilt.

Im kubischen System wird bekanntermassen $J_{(hkl)}$ bezogen auf die Würfelkantentranslationen von der Länge 1 zu

$$J_{(hkl)} = \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}.$$

J ist natürlich für alle parallelen Netzebenen (hkl) von gleichem Wert.[1])

$$\delta_{(hkl)\,N_1 - N_2} = \frac{N_1 - N_2}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}.$$

---

[1]) Da man eventuell vorhandene Flächenzentren und Würfelzentren als neue Punkte betrachtet (siehe Beispiel der NaCl), so werden die $J_{(hkl)}$ alle auf den einfachen Würfel bezogen. Die sonst üblichen Korrekturen stellen sich von selbst bei der Berechnung ein.

Man erhält für den kubischen Typus [**A**, 6B]; [**B**, 6A], aufgebaut nach dem Kochsalztypus (links stehen die Flächensymbole):

(100) L: $2(\underbrace{A+B)}_{0,5}-2(\underbrace{A+B)}_{0,5}-2(\underbrace{A+B)}_{0,5}-2(A+B)\cdots\cdots\cdots$
δ:

(110) L: $1,4142\,(\underbrace{A+B)}_{0,3535}-1,4142\,(\underbrace{A+B)}_{0,3535}-1,4142\,(A+B)\cdots$
δ: $\cdots\cdots\cdots\cdots$

(111) L: $2,3094\,\underbrace{A}_{0,2887}-2,3094\,\underbrace{B}_{0,2887}-2,3094\,\underbrace{A}_{0,2887}-2,3094\,B\cdots\cdots\cdots$
δ:

(201) L: $0,8944\,(\underbrace{A+B)}_{0,2236}-0,8944\,(\underbrace{A+B)}_{0,2236}-0,8944\,(A+B)\cdots\cdots$
δ: $\cdots\cdots\cdots\cdots$

(211) L: $0,8166\,(A+B)-\underbrace{0,8166\,(A+B)}_{0,2041}-\underbrace{0,8166\,(A+B)}_{0,2041}\cdots$
δ: $\cdots\cdots\cdots\cdots$

(301) L: $0,6324\,(\underbrace{A+B)}_{0,1581}-0,6324\,(\underbrace{A+B)}_{0,1581}-0,6324\,(A+B)\cdots\cdots$
δ:

(221) L: $0,6667\,(\underbrace{A+B)}_{0,1667}-0,6667\,(\underbrace{A+B)}_{0,1667}-0,6667\,(A+B)\cdots\cdots$
δ: $\cdots\cdots\cdots\cdots$

(311) L: $1,2060\cdot\underbrace{A}_{0,1508}-1,2060\,\underbrace{B}_{0,1508}-1,2060\,\underbrace{A}_{0,1508}-1,2060\,B\cdots\cdots$
δ: $\cdots\cdots\cdots\cdots$

(302) L: $0,5547(\underbrace{A+B)}_{0,1387}-0,5547(\underbrace{A+B)}_{0,1387}-0,5547(A+B)\cdots\cdots$
δ:

Alle parallelen Ebenensysteme mit drei ungeraden Indices teilen sich bei diesem Typus auf in A-Ebenen und B-Ebenen. Es lassen sich nun leicht die Ebenen nach L oder δ oder dem Produkt $\frac{L_1 + L_2}{2} \cdot \delta_{(1-2)}$ (mittlere Belastung $\times$ Abstand nächstliegender Gitterebenen) ordnen. (100) mit grösster mittlerer Belastung und grösstem δ ist bei Kochsalz, Sylvin, Bleiglanz Spaltfläche. Es ist bei Kochsalz etc. auch die gewöhnlichste Wachstumsform. (111) tritt als Fläche geringsten Wachstums in harnstoffhaltigen Lösungen auf, die auf die Dissociation einwirken. Parallel (111) folgen Na-Ebenen auf Cl-Ebenen. Ein Zusammenhang lässt sich vermuten.

Etwas unübersichtlicher liegen die Verhältnisse, wenn senkrecht zu einem parallelen Gitterebenensystem verschiedene Abstände auftreten wie zum Beispiel im Zinkblende- oder dem Pyrittypus.

Atomschwerpunktslage im kubischen Typus [**A**, 4B]; [**B**, 4A] (Zinkblendetypus):

$$A = \left[\left[000\right]\right]; \quad \left[\left[\tfrac{1}{2}\ \tfrac{1}{2}\ 0\right]\right]; \quad \left[\left[\tfrac{1}{2}\ 0\ \tfrac{1}{2}\right]\right]; \quad \left[\left[0\ \tfrac{1}{2}\ \tfrac{1}{2}\right]\right]$$

$$B = \left[\left[\tfrac{1}{4}\ \tfrac{1}{4}\ \tfrac{1}{4}\right]\right]; \quad \left[\left[\tfrac{3}{4}\ \tfrac{3}{4}\ \tfrac{1}{4}\right]\right]; \quad \left[\left[\tfrac{1}{4}\ \tfrac{3}{4}\ \tfrac{3}{4}\right]\right]; \quad \left[\left[\tfrac{3}{4}\ \tfrac{1}{4}\ \tfrac{3}{4}\right]\right].$$

(100) L: $2\underbrace{A}_{0,25}-2\underbrace{B}_{0,25}-2\underbrace{A}_{0,25}-2B\cdots$

δ:

(110) L: $1,4142\underbrace{(A+B)}_{0,3535}-1,4142\underbrace{(A+B)}_{0,3535}-1,4142(A+B)\cdots$

δ: .....

(111) L: $2,3094\underbrace{A}_{0,4330}-2,3094\underbrace{B}_{0,1443}-2,3094\underbrace{A}_{0,4330}-2,3094\underbrace{B}_{0,1443}-2,3094A\cdots$

δ: .....

(201) L: $0,8944\underbrace{A}_{0,1118}-0,8944\underbrace{B}_{0,1118}-0,8944\underbrace{A}_{0,1118}-0,8944B\cdots$

δ: .....

(211) L: $0,8166\underbrace{(A+B)}_{0,2041}-0,8166\underbrace{(A+B)}_{0,2041}-0,8166(A+B)\cdots$

δ: .....

(301) L: $0,6324\underbrace{(A+B)}_{0,1581}-0,6324\underbrace{(A+B)}_{0,1581}-0,6324(A+B)\cdots$

δ: .....

(221) L: $0,6667\underbrace{A}_{0,0833}-0,6667\underbrace{B}_{0,0833}-0,6667\underbrace{A}_{0,0833}-0,6667B\cdots$

δ: .....

(311) L: $1,2060\underbrace{A}_{0,0754}-1,2060\underbrace{B}_{0,2262}-1,2060\underbrace{A}_{0,0754}-1,2060B\cdots$

δ: .....

Dreierlei prinzipiell verschiedene parallele Ebenensätze lassen sich in diesem Typus konstatieren:

1. Summen der Indices = eine gerade Zahl. Dann folgen in gleichen Abständen Ebenen aufeinander, die sowohl A wie B enthalten.

2. Summen der Indices = eine ungerade Zahl; es kommen aber gerade Indices (einschliesslich 0) darin vor. In gleichen Abständen folgen sich Ebenen A, dann Ebenen B usw.

3. Alle Indices sind ungerade. Es folgen Ebenen mit lauter A auf Ebenen mit lauter B in zwei verschiedenen Abständen, die sich zueinander verhalten wie 3 : 1.

Hinsichtlich L und δ zeigen zwei Ebenen Höchstwerte. Einerseits (110) mit durchschnittlich höchstem δ, anderseits (111) mit einem

sehr hohen δ und einem kleinen δ bei grosser Belastung. Unterschiede müssen sich ergeben, je nachdem die Atomgewichte von A und B einander gleich oder sehr verschieden sind. Für Zinkblende ist (110) Spaltfläche, für Diamant (mit A = B) (111). Die Spaltfläche ist ebenfalls (111) für die trigonal ähnlich gebauten Bi_2 und As_2, wo A wieder = B ist. Genetisch kann man den Diamanttypus auffassen als gebaut nach dem einfachen flächenzentrierten Würfelgitter, wobei die Bausteine Doppelmoleküle sind (ebenso Spinell, Wismuth etc.). Die speziellen Lagen stellen sich dann infolge der Kräftverteilung bei so einfachen Gittertypen von selbst ein.

In dem Pyrittypus RS_2 besitzen die Schwerpunkte von R und S die Koordinaten

$$R = \left[\left[000\right]\right]; \quad \left[\left[\tfrac{1}{2}\ \tfrac{1}{2}\ 0\right]\right]; \quad \left[\left[\tfrac{1}{2}\ 0\ \tfrac{1}{2}\right]\right]; \quad \left[\left[0\ \tfrac{1}{2}\ \tfrac{1}{2}\right]\right]$$

$$S = \left[\left[\tfrac{1}{2}-x,\ \tfrac{1}{2}-x,\ \tfrac{1}{2}-x\right]\right]; \quad \left[\left[\tfrac{1}{2}+x,\ \tfrac{1}{2}+x,\ \tfrac{1}{2}+x\right]\right];$$

$$\left[\left[x,\ \tfrac{1}{2}-x,\ 1-x\right]\right]; \left[\left[x,\ 1-x,\ \tfrac{1}{2}+x\right]\right]; \left[\left[\tfrac{1}{2}-x,\ 1-x,\ x\right]\right];$$

$$\left[\left[\tfrac{1}{2}+x,\ x,\ 1-x\right]\right]; \left[\left[1-x,\ x,\ \tfrac{1}{2}-x\right]\right]; \left[\left[1-x,\ \tfrac{1}{2}+x,\ x\right]\right].$$

x ist mit der Natur von R und wohl auch mit der Temperatur variabel. Für $x = \frac{1}{10}$ erhält man (auf zwei Stellen nach dem Komma):

(100) L: $2\,\underbrace{R-}_{0,1}\,2\,\underbrace{S-}_{0,3}\,2\,\underbrace{S-}_{0,1}\,2\,\underbrace{R-}_{0,1}\,2\,\underbrace{S-}_{0,3}\,2\,\underbrace{S-}_{0,1}\,2\,R- \cdots\cdots$

δ: 0,1 0,3 0,1 0,1 0,3 0,1 $\cdots\cdots$

(110) L: $1,41\,(R+\underbrace{S)-}_{0,14}\,0,71\,\underbrace{S-}_{0,07}\,0,71\,\underbrace{S-}_{0,14}\,1,41\,(R+\underbrace{S)-}_{0,07}\,0,71$

δ: 0,14 0,07 0,14 0,07

$\underbrace{S-}_{0,14}\,0,71\,\underbrace{S-}_{0,07}\,1,41\,(R+S)- \cdots\cdots$

δ: 0,14 0,07 $\cdots\cdots$

(111) L: $2,31\,R-0,58\,S-1,73\,S-1,73\,S-0,58\,S-2,31\,R \cdots$

δ: 0,12 0,12 0,12 0,12 0,12

(201) L: $0,89\,\underbrace{R-}_{0,04}\,0,89\,\underbrace{S-}_{0,04}\,0,89\,\underbrace{S-}_{0,13}\,0,89\,\underbrace{R-}_{0,13}\,0,89\,\underbrace{S-}_{0,04}\,0,89$

δ: 0,04 0,04 0,13 0,13 0,04

$\underbrace{S-}_{0,04}\,0,89\,R- \cdots\cdots$

δ: 0,04 $\cdots\cdots$

(211) L: 0,82 R — 0,41 S — 0,41 S — 0,41 S — 0,82 RS — 0,41
δ: 0,08 0,04 0,04 0,04 0,04

S — 0,041 S — 0,41 S — 0,82 R — .....
0,04 0,04 0,08 .....

(301) L: 0,63 R — 0,32 S — 0,32 S — 0,32 S — 0,32 S — 0,63
δ: 0,03 0,03 0,03 0,03 0,03

R — 0,32 S — 0,32 S — 0,32 S — 0,32 S — 0,63 R
0,03 0,03 0,03 0,03 0,03 .....

(221) L: 0,67 (R + S) — 0,33 S — 0,33 S — 0,33 S — 0,67 R — 0,33
δ: 0,03 0,07 0,03 0,03 0,03

S — 0,33 S — 0,33 S — 0,67 (R + S) .....
0,03 0,07 0,03 .....

(311) L: 0,60 [2R + S] — 0,60 S — 0,30 S — 0,30 S — 0,60
δ: 0,06 0,06 0,06 0,06

S — 0,60 [2R + S] — ....
0,06 .....

(321) L: 0,53 (R + S) — 0,27 S — 0,27 S — 0,27 S — 0,53 R — 0,27
δ: 0,03 0,05 0,03 0,03 0,03

S — 0,27 S — 0,27 S — 0,53 (R + S) .....
0,03 0,05 0,03 .....

Ich habe die Berechnung für die gleichen Flächen wie früher durchgeführt. Nun ist aber ein wichtiger neuer Umstand zu erwähnen. Im Typus Kochsalz und im Typus Zinkblende gelten die abgeleiteten L und δ für irgendeine Fläche der holoedrisch aufgefassten Form {hkl}. Im Typus Zinkblende vertauscht sich beispielsweise von (111) zu $(1\bar{1}1)$ nur die Reihenfolge der verschiedenwertigen δ hinsichtlich der Nullage. Die Periodizität ist dieselbe. Man findet an natürlichen Kristallen auch beiderlei Tetraeder.

Anders ist es im Typus Pyrit für die hemiedrischen Formen. Man erhält zum Exempel für

(210) L: 0,89 R — 0,45 S — 0,45 S — 0,45 S — 0,45 S — 0,89
δ: 0,04 0,04 0,04 0,04 0,04

R — 0,45 S — 0,45 S — 0,45 S — 0,45 S — 0,89 R
0,04 0,04 0,04 0,04 0,04

Für $(\bar{2}01)$ ist die Periode gleich der von (201) nur in der Nulllage verschoben. Ebenso verhält sich naturgemäss $(10\bar{2})$ zu (210). (Siehe lit. 2, pag. 153.) Der Strukturwürfel ist von mir beliebig aufgestellt worden. Bei einer andern Aufstellung wechseln (201) und (210) ihre L und δ. Dieses verschiedene Verhalten von +- und — Pentagondodekaeder bei einmal gewählter Aufstellung (beziehungsweise an einem Kristall) erklärt die verschiedenen Wachstumsgeschwindigkeiten beider Formen.

Die vor allen in bezug auf L und δ ausgezeichnete Form {100} ist im Pyrit Spaltform.

Eine eingehende Diskussion der Beziehungen zwischen den Bragg'schen Strukturmodellen und den Habituserscheinungen, sowie den Kohäsions-Elastizitätseigenschaften etc. wird fruchtbringend erst dann sein können, wenn noch eine Reihe ausgezeichneter Substanzen untersucht worden sind. Eine Zusammenstellung und Berechnung der bis jetzt strukturell bekannten Typen soll bei Gelegenheit anderwärts vorgenommen werden.

Von Bedeutung sind bei der Durchforschung der Strukturmodelle nach bestimmten Richtungen fernerhin: Periodizität und Reihendichte der Flächennormalen und Zonenaxen, sowie das Streubild, das die durch Gitterpunkte gehenden Flächennormalen auf einer Fläche erzeugen. Im kubischen Kristallsystem sind die Hauptindices der Flächennormalen den Flächenindices gleich. Hinsichtlich der Konstruktion des Streubildes sei ein Verfahren angeben, das sich mit Vorteil benutzen lässt. Man berechnet nach den Formeln $B = n - \frac{v}{u} m$ und $C = p - \frac{w}{u} m$ die B und C der Geraden [u v w] durch die verschiedenen Atomsschwerpunkte; zugleich ersieht man, ob eine derartige Gerade durch mehrere hinsichtlich der gewählten Grundtranslationen unabhängige Atomschwerpunkte geht. Zu berücksichtigen ist, dass die B und C durch Subtraktion oder Addition ganzer Zahlen immer auf die Rückwand des ersten positiven Würfels bezogen werden können. B und C sind zugleich Koordinaten der Durchstosspunkte aller Gittergeraden [u v w] mit der yz-Ebene. Das Streubild der Gittergeraden [u v w] auf $(100)_0$ wird so direkt erhalten. Die Spur einer direkt durch den Punkt $\left[\left[0\,1\,1\right]\right]$ gehenden Ebene (h k l), wo $h = u$, $k = v$, $l = w$ ist, lässt sich leicht zeichnen; die Ebene h k l denkt man sich nach rechts hin in die Zeichenebene umgeklappt. Man erhält darauf das Streubild der dazu senkrechten Gitterlinien [u v w] aus dem Streubild auf der $(100)_0$-Ebene, indem man auf die Spur von (h k l) die Senkrechten von den Durchstosspunkten der Geraden mit $(100)_0$ zieht. Von den Fusspunkten der Senkrechten zieht man nach

links unter dem kristallographisch bekannten ◁ (100), (h k l) Gerade und fällt von den Durchstosspunkten auf $(100)_0$ die Lote darauf.

Dadurch erhält man den Abstand der Durchschnittspunkte mit der Ebene (h k l) von der Spur dieser Ebene gegen $(100)_0$. Das Streubild lässt sich sofort zeichnen.

In dieser Weise kann man ein Kristallgebäude mit Leichtigkeit nach allen Richtungen hin durchforschen und diejenigen Beziehungen zwischen Kristallgittern und vektoriellen Eigenschaften auffinden, die bereits in der atomistischen Struktur zum Ausdruck kommen. Auf die letztere einschränkende Bestimmung ist besonders Gewicht zu legen. Hält man sich an die Bragg'schen Strukturmodelle, so könnte man leicht denken, dass die Atomanordnung nie niedrigere Symmetrie aufweisen kann, als der Kristall sie beim gewöhnlichen Verhalten zeigt. Bis jetzt sind aber nur einfache Verbindungen untersucht worden und die mit Freiheiten versehenen Atomlagen sind an Hand weniger Daten mit der vom Kristallographen angegebenen Symmetrie in Einklang gesetzt worden (zum Beispiel Calcit). Es ist durchaus wünschenswert, dass beide Bestimmungsmethoden vollkommen getrennt benutzt werden, denn es ist nicht ausgeschlossen, dass in komplizierten Verbindungen oder festen Lösungen die Lage der einzelnen Atome von geringem Einfluss auf das äussere Verhalten ist.

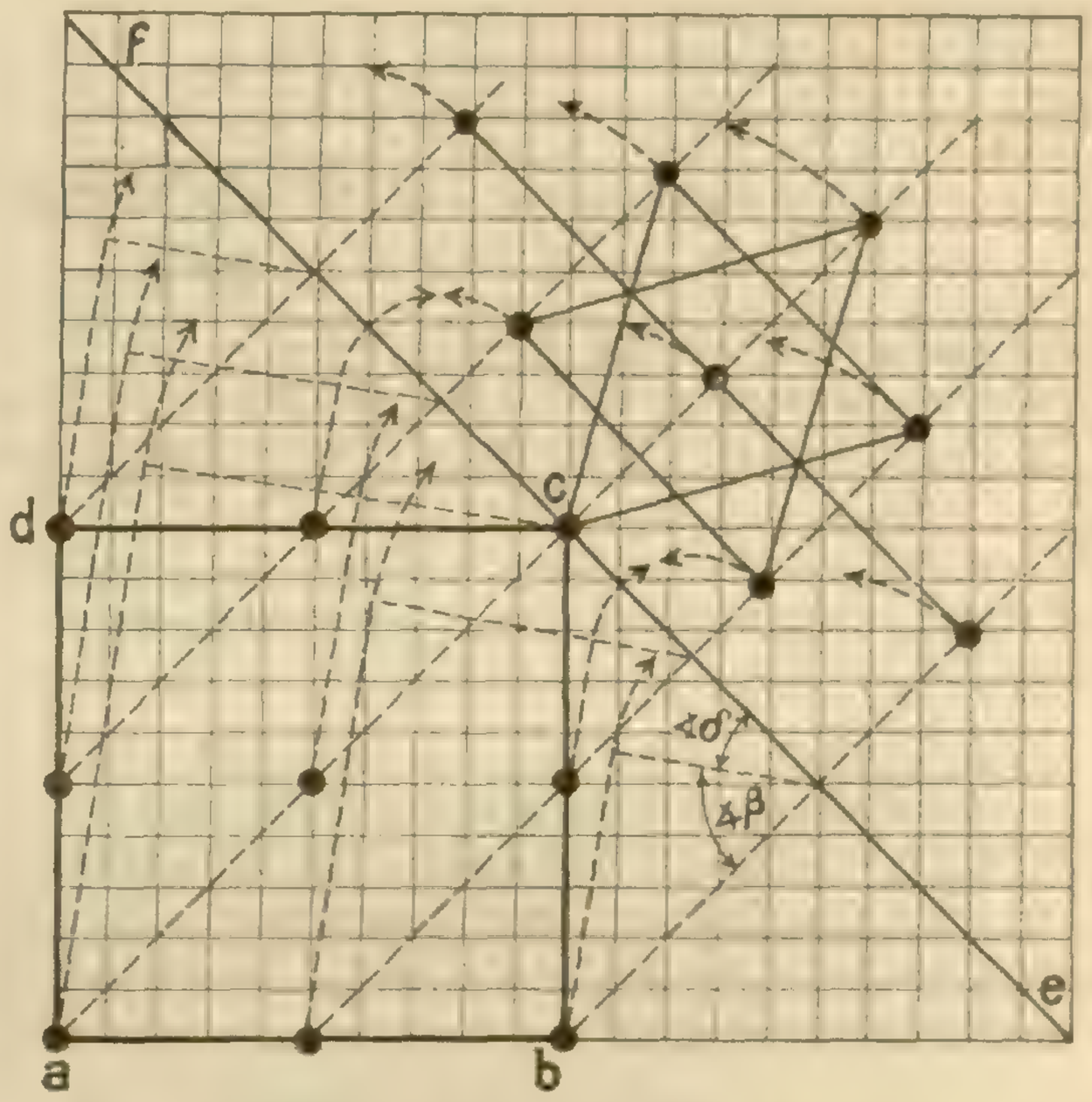


Fig. 5. **Konstruktion des Streubildes der Gittergeraden [111] auf (111) im Typus Na Cl.**

a = [[000]]; b = [[010]]; c = [[011]]; d = [[001]]
a b c d = Ebene $(100)_0$. Das Streubild der Gittergeraden [111] auf (100) ergibt sich durch Berechnung von B und C.
e f = Spur der Ebene (111) auf $(100)_0$ durch [[011]]
◁ β = Winkel zwischen (111) und anliegender Würfelfläche = 54° 44′ 8″.
Die im Text beschriebene Konstruktion ergibt das Streubild der Gittergeraden [111] auf (111) rechts von e f. Die Verbindungslinien derjenigen Durchstosspunkte der Gittergeraden, die durch Punkte in gleichen Ebenen (111) gehen, zeigen deutlich den trigonalen Charakter des Streubildes.

Leipzig, Institut f. Mineralogie u. Petrographie d. Universität.

Literatur.

1. W. H. und W. L. Bragg: Zeitschr. für anorg. Chemie, **90** (1914).
2. Ebenso: X-Rays and Crystal Structure. London, 1915.
3. F. Rinne: Ber. Math. Phys. Klasse königl. sächs. Ges. Wiss. **67**, 303, **68**, 11. Leipzig, 1915/16.
   F. Rinne: Neues Jahrb. für Min. II, 47 (1916).
   F. Rinne: Zeitschr. für anorg. Chemie **96**, 317 (1916).
4. A. Schoenflies: Kristallsysteme und Kristallstruktur. Leipzig, 1891.
5. A. Johnsen: Fortschritte d. Mineralogie etc., Bd. **5**, 18 (1916).
6. A. Johnsen: Centralblatt für Mineralogie, **1916**, 121.
7. G. Tschermak: Tschermaks Min. Petr. Mitt., **22** 393, (1903).
8. P. Niggli: Zeitschr. für anorg. Chemie. 94. (**1916**). 207.
9. — Ber. Math. Phys. Klasse königl. sächs. Ges. Wiss. **67**, 364. Leipzig, 1915.
10. — Centralblatt für Mineralogie etc., 497. 1916.
11. — Fortschritte Mineralogie etc. Bd. 5, 131. 1916.
12. A. Werner: Neuere Anschauungen auf d. Gebiet d. anorg. Chemie. 3 A. 1913.
13. R. Grossmann: Dissertation. Leipzig, 1917.

Die xerothermen Pflanzenkolonien der Föhrenregion Graubündens.

Von

JOSIAS BRAUN-BLANQUET.

(Als Manuskript eingegangen am 20. März 1917.)

Das rätselhafte, isolierte Auftreten starker Kolonien meist südlicher, wärme- und trockenheitsliebender Pflanzen in den inneralpinen Alpentälern hat seit Perrier und Songeon [1]) und Kerner [2]) zu zahlreichen florengeschichtlichen Hypothesen Veranlassung gegeben. In Ermangelung beweiskräftiger phytopalaeontologischer Befunde ist man hierbei genötigt zur Rekonstruktion der Florengeschichte die heutigen Verbreitungstatsachen heranzuziehen und dieselben in Einklang zu bringen mit der phylogenetischen Forschung und mit den Resultaten der Glazialgeologie. Erstes Forschungsziel muss somit die möglichst genaue Zusammenstellung aller bezüglichen Verbreitungstatsachen bilden. Merkwürdigerweise ist aber diese erste dringende Forderung, soweit sie die Schweizeralpen anbetrifft, bisher stets umgangen worden; man hat sich mit einzelnen Hinweisen begnügt [3]). Die Hypothesen — mögen sie auch noch so berechtigt erscheinen — waren infolgedessen auf schwachen Grund gebaut.

Es schien daher eine lohnende Aufgabe, für einen grössern Abschnitt der Zentralalpen Vorkommen und Verbreitung der disjunkten, wärme- und trockenheitsliebenden oder kürzer „xerothermen“ Pflanzenarten genau zu verfolgen, um florengeschichtlichen Erwägungen eine möglichst zuverlässige Grundlage zu schaffen.

Die xerothermen Pflanzenkolonien der innern Schweizeralpen gruppieren sich um zwei Hauptzentren: das obere Rhonetal im Westen, Zentralbünden (Rhein-, Inn- und Etschgebiet) im Osten, beide Glieder

---

[1]) Distrib. d. végét. d. les Alpes de la Savoie, 1863.

[2]) Natürl. Floren im Gelände der deutschen Alpen, 1870.

[3]) Für Savoyen vergl. die Arbeiten von Briquet, für Kärnten namentlich jene von G. Beck und Scharfetter.

der inneralpinen Föhrenregion, die die kontinentalen Zentralalpentäler von den Seealpen bis Kärnten durchzieht.[1])

Der Begriff „xerotherm“ hat selbstverständlich nur lokale Berechtigung. Zahlreiche Arten, die im feuchtkalten Klima Trockenheit und Wärme suchen, sind unter veränderten Klimaverhältnissen feuchtigkeits- und schattenliebend. Wir könnten eine ganze Reihe „xerothermer“ Arten anführen, die schon wenige Breitegrade südlicher direkte Besonnung oder Trockenheit fliehen. Ebenso schwankend sind die Begriffe „südlich“ und „pontisch-mediterran“, was am besten aus dem Vergleich der bezüglichen Pflanzenlisten verschiedener Autoren hervorgeht.

Es ist daher dringend nötig, diese Begriffe in jedem besonderen Fall genau zu definieren. Für die Föhrenregion der Schweizeralpen können jene Arten als xerotherm bezeichnet werden, die in ihrer Verbreitung (horizontal und vertikal), sowie in ihren Standortsansprüchen eine gewisse Abhängigkeit von den trocken-warmen Talgebieten erkennen lassen, sei es, dass es sich um ausgesprochen südliche Typen handelt, die in den Zentralalpentälern nördlich vorgeschobene Standorte besitzen, oder um + kontinentale östliche Arten, die in der nördlich angrenzenden Buchenregion selten sind oder fehlen.

So umschrieben, ist die Auswahl unserer „xerothermen“ Pflanzen gegeben. In Wegfall kommen von vornherein:

1. Alle nachweisbar erst in jüngster Zeit eingeschleppten oder verwilderten Ruderalpflanzen und einige Gartenflüchtlinge.

2. Eine Reihe von verschiedenen Autoren (Beck, Briquet, Hegi u. a.) als xerotherm, pontisch oder mediterran angesprochene Arten, die in den Rätischen Alpen erheblich über 2000 m ansteigen [wie die südalpinen *Aethionema saxatile* (L.) RBr., *Laserpitium Gaudini* Moretti, *Centaurea cirrhata* Reichb. und wie *Saponaria ocymoides* L., *Gentiana utriculosa* L., *Dracocephalum Ruyschiana* L., *Aposeris fœtida* (L.) Less. etc.], ja, die sogar noch oberhalb 2500 m angetroffen werden (*Carex humilis* Leyss. *Lilium Martagon* L., *Hippocrepis comosa* L., *Erica carnea* L., *Globularia cordifolia* L.),

3. Jene weniger ausgesprochen xerothermen Arten, die auch an lokal begünstigten Standorten der angrenzenden Buchenregion in Nordtirol, Oberbayern, Vorarlberg, St. Gallen, Prätigau, Glarus und Uri + häufig erscheinen, wie *Stipa Calamagrostis* (L.) Wahl.,

---

[1]) cf. Braun-Blanquet, J., Die Föhrenregion der Zentralalpentäler, insbesondere Graubündens in ihrer Bedeutung für die Florengeschichte; Verh. Schweiz. Naturf. Ges., 1916.

Übersichtskarte der Rätischen Föhrenregion.

Legende:

I—VI = Talbezirke (vgl. p. 279). Bo. = Bormio. Z-T. = Zentraltirol.

■ Verbreitung von *Stipa capillata*, + *Limodorum abortivum*, • *Astragalus monspessulanus*, ○ *Coronilla coronata*, ▽ *Geranium divaricatum*, ♦ *Dracocephalum austriacum*. Pfeilrichtung und Stärke gibt die Einwanderungsrichtung und Intensität an (gerade Pfeile = ± abgeschlossene Einwanderung, geschwänzte Pfeile = heute noch andauernde Einwanderung.

1 : 500,000.

Muscari racemosum Mill., *Orchis coriophorus* L., *Parietaria officinalis* L., *Sisymbrium Sophia* L., *Turritis glabra* L., *Arabis Turrita* L., *Neslia paniculata* (L.) Desv., *Euphorbia amygdaloides* L., *Ballota nigra* L., *Teucrium montanum* L., *T. Chamaedrys* L., *Stachys rectus* L., *Satureia Calamintha* (L.) ssp. *silvatica* (Bromf.) Briq., *Asperula Cynanchica* L., um bloss die wichtigsten zu nennen.

4. Eine kleine Gruppe thermophiler, doch nicht xerothermer, meist südlicher oder südwestlicher Arten, die vorzugsweise den wärmeren Gebieten am Aussenrande der Alpenkette folgen und nur ausnahmsweise in die zentralen Föhrentäler eindringen. Hierher gehören vor allem *Carex punctata* Gaud. (südalpin), *Scilla bifolia* L., *Muscari botryoides* (L.) Lamk. et DC., *Tamus communis* L., *Orchis pallens* L., *Ophrys apifera* Huds., *O. Arachnites* (Scop.) Murray, *Helleborus viridis* L., *Asarum europaeum* L., *Primula vulgaris* Huds., *Cyclamen europaeum* L., *Asperula taurina* L. Thermophil und xerotherm sind zwar verwandte, nicht aber identische Begriffe. Die Kolonien disjunkter Arten am Nordrand der Alpen sind vorwiegend thermophil, jene der zentralen Alpentäler aber xerotherm. Wir haben uns hier nur mit den letztern zu befassen.

Dermassen präzisiert, umfasst die xerotherme Flora der rätischen Alpentäler, soweit sie der zentralalpinen Föhrenregion angehören, 155 Arten und Unterarten, die sich auf die verschiedenen Talbezirke folgendermassen verteilen: Churer Rheintal 92, Unter-Engadin 92, Domleschg mit Schams 72, Münstertal 67, mittleres Albulatal 62, Bündner Oberland 48 Arten. Die Begünstigung der mehr kontinentalen Bezirke gelangt hieraus deutlich zum Ausdruck. Trotz seiner höhern, abgeschlossenen Lage hat das mittlere Albulatal 14 xerotherme Arten mehr als das mächtige Vorderrheintal. Das hochgelegene Unterengadin (im Mittel ca. 1250 m s. m.), im Zentrum des Alpenzuges, besitzt gleichviel Arten wie das bloss 500—700 m s. m. liegende Churer Rheintal. Je abgeschlossener, je tiefer eingeschnitten, je zentraler gelegen, desto reicher ist die xerotherme Flora an Arten und an Individuen, desto höher reichen ihre Kolonien. Ausserordentlich arm sind dagegen die angrenzenden Talschaften der nordalpinen Buchenregion. So zählt das bei 600 m ins begünstigte Churer Rheintal ausmündende Prätigau bloss zirka 27 xerotherme Pflanzen, die fast durchweg selten und zumeist auf die warmen Hänge am Talausgang beschränkt sind. Der ganze Kanton Glarus besitzt nur 15, Uri 19 von den 155 xerothermen Arten der bündnerischen Föhrenregion. Ähnlich liegen die Verhältnisse in Tirol, im Wallis gegenüber dem Genferseebecken

aber auch südlich der Alpen im Aostatal gegenüber dem Moränenzirkus von Ivrea. Der Reichtum der Alpenbezirke an xerothermen Arten geht, unter sonst ähnlichen Verhältnissen, parallel zur Kontinentalität des Klimas.

Ihrer heutigen geographischen Verbreitung nach gliedern sich die xerothermen Arten der bündnerischen Föhrenregion in sechs Hauptelemente. Dem pontischen Florenelement gehören 66 Arten an (pontisch-mediterran sind 12 Arten); submediterran-mediterran sind 51 (inkl. 17 mediterranen Gebirgspflanzen), baltisch-mitteleuropäisch (B.) 4, alpigen [1]) (A.) 7, über die nördliche Hemisphäre verbreitet (N.-H.) 5 und ± kosmopolitisch (K.) 10 Arten.

Im Gegensatz zu andern Autoren war für uns bei der Zuteilung zu obigen Florenelementen die Gesamtverbreitung der Arten und die Dichtigkeit ihres Vorkommens ausschlaggebend. Mit M. wurden in unserer Liste die submediterranen Arten bezeichnet, deren Hauptverbreitung innerhalb der Mediterranregion liegt, die aber an begünstigten Lokalitäten + tief in die benachbarten Florengebiete eindringen. (M. m. = submediterrane Gebirgspflanzen.) Eigentlich mediterrane Arten, d. h. solche, die die Grenzen der Mediterranregion nicht oder nur ausnahmsweise überschreiten, fehlen unsern Zentralalpentälern.

Als pontisch (P.) zu bezeichnen sind Arten, deren Hauptverbreitung in Südosteuropa (östlich von Niederösterreich und Böhmen) und in Westasien liegt und die die atlantischen Küstengebiete im allgemeinen meiden. Die Trennung des pontischen und mediterranen Elementes wird dadurch erschwert, dass mediterrane Arten tief in das pontische Gebiet eindringen und umgekehrt. Entscheidend ist das Hauptvorkommen, das in den meisten Fällen an Hand der Lokalfloren, öfters auch unter Zuhilfenahme persönlicher Erfahrung festzustellen war. In einigen zweifelhaften Fällen wurden Arten, die auch in Nordafrika und auf den Mittelmeerinseln vorkommen, dem mediterranen Element zugeteilt. Nur in verhältnismässig wenigen Fällen blieb das zweifelhafte P.-M. (=pontisch-mediterran) stehen. — Auffällig ist das starke Vorherrschen des pontischen Elements in den zentralen Tälern mit exzessivem Klima (z. B. Unterengadin), während im Churer Becken mediterrane und pontische Arten sich die Wage halten.

Raummangel verbietet uns, hier näher auf die Ergebnisse unserer Zusammenstellung einzutreten. Einige sind in meiner oben zitierten Arbeit verwertet, auf einige weitere wird später zurückzukommen sein.

---

[1]) Alpigen = alpin im horizontalen Sinn, d. h. dem Alpenbogen eigentümlich. „Alpin“ wird besser nur auf die vertikale Verbreitung angewendet, im Gegensatz zu collin, montan etc.

Die xerothermen Gefässpflanzen der rätischen Föhrenregion und ihre Verbreitung in den Nachbargebieten.[1])

Abkürzungen: P., M., A., B., N.-H., K. = geogr. Elemente, vergl. Text. I—VI = Bezirke der rätischen Föhrenregion; I = Churer Rheintal; II = Bündner Oberland; III = Domleschg mit Schams; IV = Mittleres Albulatal; V = Unterengadin; VI = Münstertal (cf. Übersichtskarte).

Zentralalpine Föhrenregion: Bo. = Bormio; Z.-Ti. = Zentral-Tirol (Oberes und Mittleres Inntal, Vinschgau, Nonsberg, Bozen, Eisacktal, Pustertal, Oberstes Fassatal, Drau); W. = Inner-Walliser Föhrenregion etwa von Martigny talaufwärts.

Südalpine Laubholzregion: S.-Ti. = Südtirol; Gr. = Insubrisches Graubünden (Calanca, Misox, Bergell); Puschlav nimmt eine Mittelstellung ein zwischen südalpiner Föhrenregion und insubrischer Laubholzregion. Tess. = Kanton Tessin.

Nordalpine Buchenregion: V. = Vorarlberg und Liechtenstein; N.-Ti. = Nordtirol (Unterinntal, Lechtal, Kitzbühel); Pr. = Prätigau; St. G. = Kanton St. Gallen; Gl. = Kanton Glarus; U. = Kanton Uri (Reusstal).

c. = häufig; cc. = sehr häufig; r. = selten; rr. = sehr selten; ar. = ziemlich selten.

	Geogr. Element	Rätische Föhrenregion	Zentralalpine Föhrenregion	Südalpine Laubholzregion	Nordalpine Buchenregion
Juniperus Sabina L.	N.-H.	I, III, V	Bo., Z.-Ti., W. cc.	S.-Ti. r.; Gr., Tess. rr.	N.-Ti., V., Pr., St. G., Gl., U.; rr.
Andropogon Ischaemon L.	K.	I—V	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	V., Pr., St. G. (Oberl.) U.; r.
Setaria verticillata (L.) Pal.	K.	I, II, V	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	—
Stipa capillata L.	P.	I, III—V	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti. rr. nur bis Trient	—
— *pennata* L.	P.	I—V	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess.	V., St. G., Gl.; rr.
Phleum phleoides (L.) Simk.	P.	I—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	V., St. G. (Oberl.); rr., Realp
— *paniculatum* Huds.	P.	I	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess.	V., St. G. (Oberl.); rr.
Avena pratensis L.	P.	I—VI	Bo., Z.-Ti., W. (?)	S.-Ti., Gr., Tess. r.	N.-Ti., V. rr.; St. G. (Oberl.); r.
Melica ciliata L.	M.	I—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	V., Pr., St. G., Gl., U.; r.
— *transsilvanica* Schur.	P.	V, VI	Bo., Z.-Ti.	—	—
Eragrostis minor Host.	K.	I	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	V., St. G.
— *pilosa* (L.) Pal.	K.	II	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	—
Koeleria cristata (L.) Pal. ssp. *gracilis* (Pers.) A. u. G.	P.	I, III—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	—
Poa bulbosa L.	P.-M.	I, III, IV	Bo., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	V. rr., Pr., St. G. (Oberl.) U.; r.
— *alpina* L. ssp. *badensis* (Hänke)	P.	V, VI	Z.-Ti.	S.-Ti.	(V.?)

Festuca vallesiaca Gaud.	K.	V, VI	Z.-Ti., W.	S.-Ti., (Puschlav)	—
Bromus squarrosus L.	M.	VI	Z.-Ti., Ob.-Veltlin, W.	S.-Ti., Tess.	—
— *tectorum* L.	K.	I—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	V., St. G., Gl., U.; r.
Agropyron biflorum (Brign.) R. u. S.	P.	V	Wallis (?)	—	—
— *intermedium* (Host.) Pal.	M.	V	Z.-Ti., Ob.-Veltlin, W.	S.-Ti.; Tess. r.	—
Carex nitida Host.	P.	I—III, V	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	Ragaz
— *praecox* Schreber	P.	V	Z.-Ti.	S.-Ti.	—
Gagea arvensis (Pers.) Schult.	M.	I	Z.-Ti., W.	S.-Ti; Tess. r.	St. G. rr.
Allium strictum Schrad.	P.	V	Z.-Ti., W.	—	—
— *vineale* L.	N.-H.	I	W.	S.-Ti., Gr., Tess.	V. rr.
— *sphaerocephalum* L.	M.	VI	Bo., Z.-Ti., Ob.-Eng., Vals, W.	S.-Ti., Gr., Tess. c.	V., St. G.; rr.
Lilium bulbiferum L.					
ssp. *croceum* (Chaix) Sch. u. K.	M. m.	I—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	V., Pr., St. G., Gl., U.; r.
ssp. *bulbiferum* (L.) Sch. u. K.	M. m.	V, VI	Z.-Ti.	S.-Ti.	N.-Ti., V.
Tulipa silvestris L.	M.	I, III	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess.	—
Muscari neglectum Guss.	M.	I	W.	S.-Ti., Tess.	—
Iris squalens L.	P.	V	Z.-Ti.	S.-Ti. r.	—
Ophrys sphegodes Mill.	M.	I	Z.-Ti.	S.-Ti.	V., St. G.; r.
Anacamptis pyramidalis L.	M.	I, III	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess.	V. r.; St. G., Pr., Gl.; rr.
Limodorum abortivum L.	M.	I—III	Z.-Ti., W.	S.-Ti.; Tess. r.	—
Quercus sessiliflora Salisb. var. *pubescens* (Willd.)	M.	I. III	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	St.-G. (Oberl.) rr.
Thesium rostratum M. u. K.	P.	I, II	Z.-Ti.	S.-Ti.	St.-G. (Oberl.), V. je 1 Standort
— *bavarum* Schrank	P.	I, III—V	Z.-Ti.	S.-Ti., Gr., Tess.	Pr. 1 Standort am Talausgang
— *linophyllon* L.	P.	VI	Z.-Ti., W.	S.-Ti. (Gr., Tess.?)	—
Chenopodium foliosum (Mönch) Aschers.	K.	IV—VI	Bo., Z.-Ti., O.-Eng., W.	S.-Ti.	—
— *Vulvaria* L.	P.-M.	I, II, V	Z.-Ti., W.	S.-Ti., (Puschlav?) Tess.	N.-Ti. rr.; Ragaz
Silene Otites L.	P.	III, VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	—
Tunica Saxifraga (L.) Scop.	P.	I, V, VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	V. rr., N.-Ti.
— *prolifera* (L.) Scop.	M.	I	Z.-Ti. (advent.), W.	S.-Ti., Gr., Tess.	St. G. rr.
Minuartia mucronata (L.) Schinz u. Thell.	M. m.	V, VI	Bo., Z.-Ti., W.	Stenico	—
Cerastium semidecandrum L.	P.-M.	I—IV	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	N.-Ti., V., St. G., U.; rr.
Holosteum umbellatum L.	K.	I, III	Z.-Ti., W.	S.-Ti.; Tess. rr.	—
Scleranthus perennis L.	P.	VI	Z.-Ti.	(Puschlav) Tess.	—

[1]) Die in obiger Tabelle enthaltenen Verbreitungsangaben beruhen grossenteils auf Eigenbeobachtung. Daneben wurde die Literatur möglichst vollständig aber kritisch benutzt, ferner mündliche Mitteilungen der Herren Dr. E. Furrer (Bormio), H. Gams (Wallis), Dr. W. Schibler (Graubünden), E. Schmid (Uri). Für Tirol und Vorarlberg leistete mir neben den Arbeiten von Murr die prächtige Flora von Dalla Torre und Sarnthein die besten Dienste.

	Geogr. Element	Rätische Föhrenregion	Zentralalpine Föhrenregion	Südalpine Laubholzregion	Nordalpine Buchenregion
Paeonia officinalis L. em. Gouan	M. m.	V	—	S.-Ti., Tess.	—
Delphinium Consolida L.	P.-M.	I, III—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess.	V. r.; St. G. adventiv
Anemone Pulsatilla L.	P.	I	—	—	—
— *montana* Hoppe	A (?)	I, III, IV, VI	Z.-Ti., W.	S.-Ti.; Tess. rr.	—
Adonis aestivalis L.	M.	I—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess.	V. rr.
Papaver Argemone L.	M.	I, III, IV, VI	Bo., Z.-Ti., W.	(Puschlav) S.-Ti., Tess.	—
— *dubium* L.	P.-M.	I—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	V. r.; St. G., Gl.
Fumaria Vaillantii Lois.	P.-M.	IV—VI	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr.	N.-Ti.?
— *Schleicheri* Soy.-Will.	P.	V, VI	Bo., Z.-Ti., W.	—	—
Sisymbrium strictissimum L.	P.	V, VI	Bo., Z.-Ti.	(Puschlav)	—
Diplotaxis tenuifolia (L.) DC.	P.-M.	I, III, VI	Bo., Z.-Ti., W.	(Puschlav) S.-Ti.; Tess. rr.	N.-Ti., V., St. G.; rr.
Camelina microcarpa Andrz	P.	III—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess. r.	N.-Ti., St. G., Gl.; rr.
Arabis auriculata Lamk.	M.	I, III	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess. r.	Gl.?
— *nova* All.	M. m.	II, IV—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti, (Puschlav?)	Pr. 1 Standort
Erysimum hieracifolium L. ssp. *virgatum* (Roth) Rouy u. Fouc.	P.	I, IV, V	Bo., Z.-Ti., W.	—	—
Sedum ochroleucum Chaix	M. m.	II, VI	Bo., Z.-Ti., Ob.-Eng., W.	S.-Ti., Gr., Tess. c.	—
Saxifraga tridactylites L.	N.-H.	I—III	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., (Puschlav), Tess.	(V. erloschen) Pr., St. G., rr.
Sorbus torminalis L.	M. m.	I, V	Z.-Ti.	S.-Ti., Tess.	V. rr.
Fragaria viridis Duchesne	P.	I, III, IV, VI	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess.	V. r.
Potentilla alba L.	P.	III	Z.-Ti.	S.-Ti., Gr., Tess.	—
— *micrantha* Ram.	M. m.	II	Z.-Ti.	S.-Ti., Gr., Tess.	—
— *rupestris* L.	N.-H.	II, V	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess. c.	N.-Ti., V.; rr.
— *canescens* Besser	P.	V	W.	—	—
— *parviflora* Gaud.	P.	IV—VI	Z.-Ti., W.	—	—
— *pubernla* Krašan	A.	I—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	V., St. G. r.; Pr., U.
Rosa montana Chaix	M. m.	V, VI	Bo., Z.-Ti., W.	—	—
— *rhaetica* Gremli	A.	V	Bo., Z.-Ti.	—	—
— *cinnamomea* L.	P.	V	Bo., Z.-Ti., W.	—	V. (?)
Prunus Mahaleb L.	P.	VI	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	V., St. G., Gl.; rr.
Cytisus radiatus (L.) M. u. K.	M. m.	V	W.	S.-Ti., Bergamask. Alp.	—
Ononis rotundifolia L.	M. m.	I, III—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., (Puschlav), Tess. rr.	V., Pr., St. G. (Oberl.); rr.

Medicago minima L.	M.	I—IV	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	V., Pr., St. G. (Oberl.); rr.
Trifolium rubens L.	P.	I—V	Ob.-Eng., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	N.-Ti., V., St. G., Gl., U.; r.
— *alpestre* L.	P.	VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	—
Dorycnium germanicum (Gremli) Rouy	P.	I	Z.-Ti.	—	N.-Ti., V. r., Vättis?
Astragalus depressus L.	M. m.	V	Bo., Z.-Ti., Ob.-Eng., W,	Stenico.	—
— *monspessulanus.*	M.	I, III, IV	W.	S.-Ti.; Tess. rr.	—
— *leontinus* Wulf.	A.	I, III, V	Bo., Z.-Ti., O.-Eng., Avers, W.	—	—
— *Onobrychis* L.	P.	V, VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti.	—
— *vesicarius* L.	P.	VI (Tirol)	Ob.-Veltlin (?), Z.-Ti.	—	—
— *Cicer* L.	P.	I, III—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti. rr.	N.-Ti., V.; rr.
Oxytropis pilosa (L.) DC.	P.	I, III—V	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti. r.	V. u. St. G., nur angeschwemmt
Coronilla Emerus L.	M.	I—V	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess. c.	N.-Ti., V., Pr., St. G., Gl., U. ar.
— *coronata* L.	M. m.	I	—	S.-Ti.	—
Colutea arborescens L.	M.	I, III	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	St. G. (Oberl.) rr. Bludenz?
Vicia dasycarpa Ten.	M.	I, II, III	Z.-Ti. adv., W. (?)	S.-Ti., Gr.?, Tess.	V., St. G. adv.?
Lathyrus niger L.	P.-M.	I, III	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	V., Pr. r.; St. G., Gl. r.
— *heterophyllus* L.	P.	IV—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess.: rr.	Stuben am Arlberg
— *tuberosus* L.	P.-M.	I	Z.-Ti., W.	S.-Ti.	Pfäfers
Geranium divaricatum L.	P.	II, V, VI	Bo., Z.-Ti., W.	Trient rr.	—
— *sanguineum* L.	B.	I—V	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.; c.	N.-Ti., V., St. G., Pr., Gl., U. ar.
Linum tenuifolium L.	P.	I	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess.	—
— *austriacum* L.	P.	V	Z.-Ti.	—	—
Euphorbia carniolica Jacq.	M. m. illyr.	V	—	S.-Ti., Bergamask. Alp.; Tess.?	—
Rhamnus saxatilis Jacq.	P.	I	Bo., Z.-Ti.	S.-Ti., Tess.	N.-Ti.
Fumana vulgaris Spach ssp. *procumbens* (G. G.) Br.-Bl.	M.	I, III, IV	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess.?	V. 1 Standort, St. G. (Oberl.) rr.
Daphne alpina L.	M. m.	I, III	Bo., W.	S.-Ti., Tess.	—
Bupleurum rotundifolium L.	M.	I, IV	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess. adv.?	—
Caucalis daucoides L.	P.	IV—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess. adv.?	—
Seseli Libanotis L.	P.	III—V	Z.-Ti.,	S.-Ti., Tess.	N.-Ti., St. G. (?), U.; r.
— *annuum* L.	P.	I—VI	Z.-Ti., W.	S.-Ti.; Gr., Tess. r.	V., St. G.; r.
Peucedanum Cervaria (L.) Lap.	P.-M.	I, III, IV	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	N.-Ti., V., St. G.; r.
— *Oreoselinum* L.	P.	I—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	V. r.
Angelica verticillaris L.	M. m. illyr.	I, III—V	Bo., Z.-Ti.	S.-Ti.	Pr.
Lappula echinata Gil.	K.	I—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., (Puschlav), Tess.	N.-Ti., V., Pr., St. G. r.; Gl. adv. U.
Anchusa officinalis L.	B.	I—VI	Bo., Z.-Ti.	S.-Ti., (Puschlav), Tess.	N.-Ti., V., Pr., St. G.; r.

	Geogr. Element	Rätische Föhrenregion	Zentralalpine Föhrenregion	Südalpine Laubholzregion	Nordalpine Buchenregion
Myosotis arenaria Schrader	P.	V	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess.	—
Androsace septentrionalis L.	N.-H.	V	Z.-Ti.,Ob.-Eng.,W.	—	—
Ajuga Chamaepitys (L.) Schreb.	M.	I	W.	S.-Ti., Tess.	St. G. 1 Standort
Marrubium vulgare L.	M.	I—IV, VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti.	St. G. rr.
Nepeta Cataria L.	P.-M.	I—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	N.-Ti., V., St. G., Gl. U.; r.
Dracocephalum austriacum L.	P.	V	Z.-Ti., W.	—	—
Melittis Melissophyllum L.	M.	III, IV	Z.-Ti.	S.-Ti., Gr., Tess.	St. G. 1 Standort
Lamium hybridum Vill.	M.	II	W.	Tess.	—
Leonurus Cardiaca L.	P.	I, III—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess. r.	N.-Ti., V., St. G.
Satureia Calamintha (L.) Scheele ssp. *nepetoides* (Jord.) Briq.	M.	IV, V	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess.	V. (?)
Stachys germanicus L.	P.	I—V	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess. r.	V., St. G., Pr.; r.
Verbascum phlomoides L.	M.	II (?), III	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., (Puschlav), Tess.	—
Linaria italica Trev.	M.	VI	Bo., Z.-Ti., W.	Trient r., Gr. (?), Tess. (?)	—
Veronica Teucrium L.	P.	I—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	N.-Ti., V., Pr., St. G.; r.
— *prostrata* L.	P.	IV—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti.	—
— *spicata* L.	P.	I—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	N.-Ti., V., Pr., St. G., U.; rr.
— *verna* L.	P.	II—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	Realp
— *Dillenii* Crantz	P.	V, VI	Z.-Ti., W.	Trient	N.-Ti. r.
— *triphyllos* L.	M.	I	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti.,(Puschlav); Tess. r.	—
Euphrasia lutea L.	M.	I—V	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	St. G., Pr.; rr.
Orobanche purpurea Jacq.	K.	IV, V (?)	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., (Puschlav)	—
— *laevis* L.	P.	V—VI	Z.-Ti., W.	S.-Ti. r., (Puschlav)	—
— *lucorum* L.	A.	I, V, VI	Bo., Z.-Ti.	S.-Ti. (Puschlav), Tess. rr.	N.-Ti., V. r.; Pr. (?)
Globularia vulgaris L.	P.	I—V	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	N.-Ti.; V., Pr. r.; St. G. ar.
Asperula arvensis L.	M.	I, II	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess. (adv.)	—
— *glauca* (L.) Bess.	P.	I, IV, V	W.	Trient	—
— *tinctoria* L.	B.	I	—	—	V., St. G.; rr.
Galium rubrum L.	M. m.	I, III	Bo., Z.-Ti., Ob.-Eng.	S.-Ti., Gr., Tess. cc.	St. G. rr.; U. r.
Valerianella carinata Lois.	M.	I, III	W.	S.-Ti.	—
Campanula spicata L.	A.	VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess. c.	—
Aster Linosyris (L.) Bernh.	P.	I, III	Z.-Ti., W.	S.-Ti.; Gr., Tess. r.	St.-G. (Oberl.) rr.

— *Amellus* L.	P.	I—V	Z.-Ti., W.	S.-Ti.; Tess. r.	N.-Ti., V. r.; St.-G. ar.
Filago arvensis L.	P.	II, V, VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	N.-Ti., V. r.
Artemisia campestris L.	P.	I—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess. c.	N.-Ti. u. V. angeschwemmt; Pr. St. G., U.; r.
— *Absinthium* L.	P.-M.	I—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess.	N.-Ti., V., Pr., St. G. (ob verw.?)
Onopordon Acanthium L.	P.	I—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess. r.	N.-Ti., V., Pr.; r.
Centaurea dubia Suter	A.	VI	Bo., Z.-Ti.	S.-Ti., Gr., Tess. cc.	—
— *maculosa* Lam.	P.	I, V, VI	Z.-Ti., W.	S.-Ti., Tess. r.	—
Lactuca perennis L.	M.	I, III—VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti., Gr., Tess. r.	—
Tragopogon dubius Scop.	P.	V, VI	Bo., Z.-Ti., W.	S.-Ti. r.; Tess. (?)	—
Crepis tectorum L.	P.	V, VI	Bo., Z.-Ti., Ob.-Eng., W.	S.-Ti.	—
Hieracium crocatum Fries	B.	V	Z.-Ti.	—	—

A propos des tables de logarithmes.

Par

J. Franel.

(Als Manuskript eingegangen am 19. März 1917.)

M. Henri Poincaré, dans un article sur le calcul des probabilités [1]), s'exprime de la manière suivante: Envisageons les 10 000 premiers logarithmes que je trouve dans une table. Parmi ces 10 000 logarithmes, j'en prends un au hasard; quelle est la probabilité pour que sa troisième décimale soit un nombre pair? Vous n'hésiterez pas à répondre $^1/_2$, et, en effet, si vous relevez dans une table les troisièmes décimales de ces 10 000 nombres, vous trouverez à peu près autant de chiffres pairs que de chiffres impairs.

Cet énoncé de M. Poincaré suggère l'idée d'un problème précis: Considérons dans une table de logarithmes, prolongée aussi loin qu'on le voudra, les décimales d'un ordre déterminé quelconque i et, parmi ces décimales, retenons les n premières, n étant un nombre très grand. Soient $P_i(n)$ le nombre de celles qui sont paires, $Q_i(n)$ le nombre de celles qui sont impaires, de sorte que

$$P_i(n) + Q_i(n) = n.$$

Le rapport $\frac{P_i(n)}{n}$ tend-il vers une limite déterminée quand n augmente indéfiniment, i étant supposé fixe?

La réponse, comme nous le verrons, est négative. Nous montrerons aussi que la moyenne des n premières décimales de l'ordre i ne tend pas vers une limite déterminée quand n croît indéfiniment.

I.

Soit $$c = c_0, c_1\, c_2 \ldots\ c_n \ldots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{c_n}{10^n},$$

le développement en fraction décimale d'un nombre positif c. Si les

[1]) La Science et l'Hypothèse, page 224.

décimales, à partir de l'une d'entre elles c_{n+1}, étaient toutes égales à 9, le nombre c serait égal à $c_a,\ c_1\ c_2 \cdots c_{n-1}\ d_n$,

où
$$d_n = c_n + 1.$$

On peut donc supposer que les décimales du nombre c ne sont pas toutes égales à 9 à partir d'un certain rang.

Dans ces conditions nous aurons

$$[10^n \cdot c] = c_0 \cdot 10^n + c_1 \cdot 10^{n-1} + \cdots + c_n,$$

en désignant par $[x]$ le plus grand nombre entier contenu dans x.

On aura de même

$$[10^{n-1} \cdot c] = c_0 \cdot 10^{n-1} + c_1 \cdot 10^{n-2} + \cdots + c_{n-1},$$

d'où résulte

(1)
$$c_n = [10^n \cdot c] - 10\,[10^{n-1} \cdot c],$$

ce qu'on peut écrire aussi sous la forme

$$c_n = \sum_{\alpha=1}^{\alpha=9} \left\{ \left[10^{n-1} \cdot c + \frac{\alpha}{10} \right] - \left[10^{n-1} \cdot c \right] \right\}.$$

Si donc on désigne par $c_r^{(i)}$ la $i^{\text{ième}}$ décimale dans le développement de $\log r$, on aura

(2)
$$c_r^{(i)} = [10^i \cdot \log r] - 10\,[10^{i-1} \cdot \log r]$$

et la somme $\sum_n^{(i)}$ des n premières décimales de l'ordre i de la table de logarithmes se présentera sous la forme

(3)
$$\sum_n^{(i)} = S_n^{(i)} - 10\,S_n^{(i-1)},$$

si l'on fait, pour abréger,

(4)
$$S_n^{(i)} = \sum_{r=1}^{r=n} [10^i \log r].$$

Cette somme $S_n^{(i)}$ est égale au nombre des points P dont les coordonnées sont des nombres entiers qui sont contenus dans la région du plan (contour compris) limitée par la courbe

$$y = 10^i \cdot \log x$$

et les deux droites

$$y = 1,\ x = n.$$

Pour l'évaluer il suffira de retrancher du nombre des points considérés appartenant au rectangle formé par les quatre droites

$$x = 1,\ x = n,\ y = 1,\ y = b_n^{(i)},$$

où

$$b_n^{(i)} = \left[10^i \cdot \log n\right], \tag{5}$$

le nombre des points P contenus dans la région limitée par la courbe

$$y = 10^i \cdot \log x$$

et par les deux droites

$$x = 1, \quad y = b_n^{(i)}.$$

Nous obtenons de la sorte

$$S_n^{(i)} = n\, b_n^{(i)} - \sum_{y=1}^{y=b_n^{(i)}}{}' \left[10^{\frac{y}{10^i}}\right] + R. \tag{6}$$

R désigne ici le nombre des points P à coordonnées entières situés sur la courbe

$$y = 10^i \cdot \log x,$$

et à l'intérieur du rectangle dont il est question plus haut. Ce nombre R est de l'ordre $\log n$. On commet une erreur du même ordre en remplaçant dans le second membre de la formule (6) chacun des entiers $\left[10^{\frac{y}{10^i}}\right]$ par la grandeur correspondante $10^{\frac{y}{10^i}}$, en sorte que

$$\begin{aligned} S_n^{(i)} &= n\, b_n^{(i)} - \sum_{y=1}^{y=b_n^{(i)}}{}' 10^{\frac{y}{10^i}} + 0\,(\log n) \\ &= n\, b_n^{(i)} - \frac{10^{\frac{1}{10^i}}}{10^{\frac{1}{10^i}} - 1}\left(10^{\frac{b_n^{(i)}}{10^i}} - 1\right) + 0\,(\log n), \end{aligned} \tag{7}$$

en désignant, avec M. Landau, par

$$0\,(b\,(n)),$$

toute quantité telle que

$$\left|\frac{0\,(b\,(n))}{b\,(n)}\right|,$$

reste, quelque grand que soit n, inférieure à une quantité fixe assignable.

Faisons, pour abréger,

$$b_n^{(i)} = [10^i \log n] = 10^i \log n - \delta_n^{(i)} \tag{8}$$

$$\text{et} \qquad 10^{\frac{1}{10^i}} = q_i ;$$

il viendra

$$S_n^{(i)} = n b_n^{(i)} - \frac{q_i}{q_i - 1} \cdot 10^{\log n - \frac{\delta_n^{(i)}}{10^i}} + 0(\log n)$$

$$= n \left[b_n^{(i)} - \frac{q_i^{1-\delta_n^{(i)}}}{q_i - 1} \right] + 0(\log n)$$

d'où

$$\frac{\Sigma_n^{(i)}}{n} = \frac{S_n^{(i)} - 10\, S_n^{(i-1)}}{n} = \left(b_n^{(i)} - 10\, b_n^{(i-1)}\right) - \frac{q_i^{1-\delta_n^{(i)}}}{q_i - 1}$$

$$+ 10\, \frac{q_{i-1}^{1-\delta_n^{(i-1)}}}{q_{i-1} - 1} + 0\left(\frac{\log n}{n}\right).$$

La $n^{\text{ième}}$ décimale de l'ordre i à laquelle on s'arrête $c_n^{(i)}$, a pour expression

$$c_n^{(i)} = b_n^{(i)} - 10\, b_n^{(i-1)} = 10\, \delta_n^{(i-1)} - \delta_n^{(i)}.$$

D'autre part

$$q_{i-1} = q_i^{10}.$$

Par conséquent la moyenne des n premières décimales de l'ordre i peut se mettre sous la forme

$$\frac{\Sigma_n^{(i)}}{n} = c_n^{(i)} + q_i^{-\delta_n^{(i)}} \left[10\, \frac{q_i^{10 - c_n^{(i)}}}{q_i^{10} - 1} - \frac{q_i}{q_i - 1} \right] + 0\left(\frac{\log n}{n}\right). \tag{9}$$

Si n est une puissance de 10, $c_n^{(i)}$ et $\delta_n^{(i)}$ sont nuls.

Nous avons donc

$$\lim_{n=\infty} \frac{\Sigma_n^{(i)}}{n} = 10\, \frac{q_i^{10}}{q_i^{10} - 1} - \frac{q_i}{q_i - 1} \tag{10}$$

quand n augmente indéfiniment par des puissances de 10.

Cette limite diffère peu de 4,5 quand i est très grand, c'est-à-dire quand q_i est très voisin de l'unité.

Soient l l'un quelconque des nombres

$$0,\ 1,\ 2,\ \ldots\ 9,$$

et α une grandeur arbitrairement choisie, comprise entre 0 et 1,

$$0 < \alpha < 1.$$

Il existe une infinité de nombres entiers positifs r tels que la $i^{\text{ième}}$ décimale de $\log r$ soit égale à l et tels, en outre, que $\delta_r^{(i)}$ diffère de α d'aussi peu qu'on le veut. En effet, p désignant un nombre entier positif quelconque, envisageons les entiers r définis par les inégalités

$$10^{\frac{p}{10^{i-1}}+\frac{l}{10^i}} \leqq r < 10^{\frac{p}{10^{i-1}}+\frac{l+1}{10^i}}.$$

Le nombre de ces entiers r qui est égal à

$$\left[10^{\frac{p}{10^{i-1}}+\frac{l+1}{10^i}}\right] - \left[10^{\frac{p}{10^{i-1}}+\frac{l}{10^i}}\right]$$

surpassera tout nombre donné d'avance, si l'on choisit p suffisamment grand. On aura

$$\log r = \frac{p}{10^{i-1}} + \frac{l+\xi}{10^i}, \quad 0 < \xi < 1$$

d'où

$$c_r^{(i)} = [10^i \cdot \log r] - 10\,[10^{i-1} \cdot \log r] = l.$$

On voit que dans la suite

$$1,\ 2,\ \ldots \qquad n,\ \ldots$$

il existe une infinité de groupes comprenant chacun autaut de nombres consécutifs qu'on le veut ayant tous cette propriété commune que la $i^{\text{ième}}$ décimale de leurs logarithmes est égale à l.

Soient r un nombre jouissant de cette propriété et ε une quantité positive aussi petite qu'on le veut. Nous choisirons ε assez petit pour que

$$\alpha - \varepsilon > 0$$

et

$$\alpha + \varepsilon < 1.$$

La différence

$$10^{\frac{[10^i \log r]+\alpha+\varepsilon}{10^i}} - 10^{\frac{[10^i \log r]+\alpha-\varepsilon}{10^i}} = 10^{\frac{[10^i \log r]+\alpha}{10^i}}\left[10^{\frac{\varepsilon}{10^i}} - 10^{\frac{-\varepsilon}{10^i}}\right]$$

sera > 1 si l'on choisit r suffisamment grand. Il existera donc au moins un nombre entier s compris entre les deux termes de cette différence et l'on aura

$$10^i \log s = [10^i \log r] + \alpha + \xi \qquad \text{où } |\xi| < \varepsilon$$

d'où

$$[10^i \log r] = [10^i \log s] = 10\,p + l,$$

p étant un entier positif.

De l'équation

$$10^i \log s = 10\, p + l + \alpha + \xi$$

résulte ensuite immédiatement

$$c_s^{(i)} = [10^i \log s] - 10\,[10^{i-1} \log s] = l\,,$$

de sorte que l'entier s appartient à la classe des nombres r tels que

$$c_r^{(i)} = l.$$

Pour ces entiers s dont le nombre est illimité

$$\delta_s^{(i)} = 10^i \log s - [10^i \cdot \log s] = \alpha + \xi\,,$$

s'est-à-dire diffère de α d'aussi peu qu'on le veut.

On peut donc, vu l'équation (9) énoncer le résultat suivant: Il existe une infinité de nombres entiers positifs s tels que la moyenne des décimales de l'ordre i des s premiers nombres entiers diffère aussi peu qu'on le veut de l'expression

$$l + q_i^{-\alpha}\left[10\,\frac{q_i^{10-l}}{q_i^{10}-1} - \frac{q_i}{q_{i-1}}\right]^{1)}$$

dans laquelle l est l'un quelconque des nombres 0, 1, 2, ... 9, et α une grandeur arbitrairement choisie entre 0 et 1.

M. Polya auquel nous avons communiqué les résultats qui précèdent a trouvé, de son côté, plusieurs propriétés intéressantes et curieuses des nombres de la suite

$$c_n^{(i)}\ (n = 1,\ 2,\ \ldots).$$

II.

Pour évaluer le nombre $P_i(n)$ des décimales paires de la suite

$$c_r^{(i)}\ (r = 1,\ 2,\ \ldots\ n)\,,$$

nous remarquerons que

$$c_r^{(i)} = [10^i \cdot \log r] - 10\,[10^{i-1} \cdot \log r]$$

est pair en même temps que

$$[10^i \cdot \log r].$$

Il suffira donc de déterminer les nombres r de la suite 1, 2, ... n, pour lesquels

$$[10^i \cdot \log r].$$

est un nombre pair $2m$.

---

[1]) Pour i très grand, cette expression a une valeur voisine de 4,5.

On aura

$$2m \leqq 10^i \cdot \log r < 2m+1$$

$$10^{\frac{2m}{10^i}} \leqq r < 10^{\frac{2m+1}{10^i}}$$

de sorte que r peut prendre les valeurs

$$\left[10^{\frac{2m}{10^i}}\right]+1, \qquad \left[10^{\frac{2m}{10^i}}\right]+2, \ldots \qquad \left[10^{\frac{2m+1}{10^i}}\right]$$

dont le nombre est égal à

$$\left[10^{\frac{2m+1}{10^i}}\right]-\left[10^{\frac{2m}{10^i}}\right].$$

Ce nombre toutefois doit être augmenté d'une unité si $2m$ est divisible par 10^i.

Supposons, pour fixer les idées, que

$$b_n^{(i)} = [10^i \cdot \log n]$$

soit un nombre pair $2h$; alors le nombre m sera susceptible de prendre les valeurs 0, 1, 2, ... h.

Seulement le dernier groupe, r étant au plus égal à n, ne comprendra que

$$n - \left[10^{\frac{2h}{10^i}}\right]$$

termes au lieu de

$$\left[10^{\frac{2h+1}{10^i}}\right]-\left[10^{\frac{2h}{10^i}}\right].$$

Nous aurons donc

$$P_i(n) = \sum_{m=0}^{m=h-1}\left\{\left[10^{\frac{2m+1}{10^i}}\right]-\left[10^{\frac{2m}{10^i}}\right]\right\}+n-\left[10^{\frac{2h}{10^i}}\right]+R$$

où R désigne le nombre des entiers $0 \leqq m \leqq h$, tels que $2m$ soit divisible par 10^i.

$$R = \left[\frac{2h}{10^i}\right]+1$$

est de l'ordre $\log n$ seulement.

Si l'on fait, comme précédemment,

$$q_i = 10^{\frac{1}{10^i}},$$

il viendra

$$P_i(n) = n\left(1-\frac{q_i^{1-\delta_n^{(i)}}}{q_i+1}\right)+0(\log n).$$

La condition $b_n^{(i)} =$ nombre pair est satisfaite lorsque n est une puissance de 10; dans ce cas particulier

$$\frac{P_i(n)}{n} = \frac{1}{q_i+1} + 0\left(\frac{\log n}{n}\right)$$

$$\lim \frac{P_i(n)}{n} = \frac{1}{q_i+1} < \frac{1}{2}$$

quand n croît indéfiniment par des puissances de 10.

Dans le cas général le rapport

$$\frac{P_i(n)}{n}$$

pourra s'approcher autant qu'on le voudra de

$$1 - \frac{q_i^{1-\alpha}}{q_i+1},$$

α étant arbitrairement choisi entre 0 et 1, et n croissant par des valeurs telles que

$$[10^i \cdot \log n]$$

soit un nombre pair.

Si l'on s'arrête à un nombre n pour lequel

$$[10^i \log n]$$

est impair, on obtient

$$P_i^{(n)} = n \cdot \frac{q_i^{1-\delta_n^{(i)}}}{q_i+1} + 0(\log n)$$

et, dans ces conditions, le rapport

$$\frac{P_i^{(n)}}{n}$$

peut s'approcher autant qu'on le veut de la fraction

$$\frac{q_i^{1-\alpha}}{q_i+1},$$

α désignant toujours une quantité quelconque comprise entre 0 et 1.

III.

Il est aisé de déterminer le nombre

$$P_i^{(l)}(n)$$

des entiers r non supérieurs à n, tels que la $i^{\text{ième}}$ décimale de $\log r$

$$c_r^{(i)},$$

soit égale à un nombre donné l. Les nombres cherchés r devront satisfaire à des inégalités de la forme

$$p + \frac{l}{10} \leqq 10^{i-1} \cdot \log r < p + \frac{l+1}{10},$$

où p est un entier positif ou nul. On devra distinguer trois cas:

Si $\quad l < c_n^{(i)}$,

le nombre p peut prendre les valeurs

$$0,\ 1,\ 2,\ \ldots\ \ b_n^{(i-1)}.$$

Lorsque $\quad l = c_r^{(i)}$,

on doit attribuer à p les valeurs

$$0,\ 1,\ 2,\ \ldots\ \ b_n^{(i-1)} - 1;$$

à la valeur $p = b_n^{(i-1)}$ correspond un dernier groupe de nombres r comprenant

$$n - \left[10^{\frac{b_n^{(i-1)}}{10^{i-1}} + \frac{c_n^{(i)}}{10^i}}\right]$$

termes.

Enfin si $l > c_n^{(i)}$, la sommation relative à p doit s'étendre aux nombres $0,\ 1,\ 2,\ \ldots\ \ b_n^{(i-1)} - 1$. On obtient ainsi les formules:

$$P_i^{(l)}(n) = n\left(\frac{q_i - 1}{q_{i-1} - 1}\right) q_{i-1}^{1-\delta_n^{(i-1)}} \cdot q_i^l + 0(\log n), \quad l < c_n^{(i)}$$

$$P_i^{(l)}(n) = n\left(\frac{q_i - 1}{q_{i-1} - 1}\right) q_{i-1}^{-\delta_n^{(i-1)}} \cdot q_i^l + n - n\, q_i^{-\delta_n^{(i)}} + 0(\log n), \quad l < c_n^{(i)}$$

$$P_i^{(l)}(n) = n\left(\frac{q_i - 1}{q_{i-1} - 1}\right) q_{i-1}^{-\delta_n^{(i-1)}} \cdot q_i^l + 0(\log n), \quad l > c_n^{(i)}$$

dans lesquelles

$$q_{i-1} = q_i^{10},\ c_n^{(i)} = 10\,\delta_n^{(i-1)} - \delta_n^{(i)}.$$

Les résultats relatifs à la moyenne arithmétique des décimales

$$c_r^{(i)}\ (r = 1,\ 2,\ \ldots\ n)$$

et au nombre $P_i(n)$ de celles d'entre elles qui sont paires établis précédemment sont naturellement des conséquences immédiates de ces formules comme on le vérifie sans peine.

On voit que la fréquence de la décimale l, si l'on suppose $l < c_n^{(i)}$ ou $l > c_n^{(i)}$, croît avec l. On suppose, bien entendu, n assez grand pour que le terme de l'ordre $\log n$ soit négligeable.

IV.

La méthode qui vient d'être exposée est applicable à toute fonction croissante $f(n)$ qui croit moins rapidement que n, par exemple à la fonction

$$f(n) = n^{\alpha},$$

où α est positif mais < 1.

Soit $c_n^{(i)}$ la $i^{\text{ième}}$ décimale dans le développement de n^{α}, de sorte que

$$c_n^{(i)} = \left[10^i \cdot n^{\alpha}\right] - 10\left[10^{i-1} \cdot n^{\alpha}\right].$$

Dans ce cas particulier le nombre $P_i^{(l)}(n)$ des entiers r, non supérieurs à n, tels que la $i^{\text{ième}}$ décimale de r^{α}, $c_r^{(i)}$ soit égale à l, où l est l'un quelconque des nombres

$$0,\ 1,\ 2,\ \ldots\ \ 9,$$

a pour expression

$$\frac{n}{10} + 0\ (n^{\sigma}),$$

σ désignant la plus grande des deux quantités α, $1 - \alpha$. La valeur principale de $P_i^{(l)}(n)$ est donc indépendante de l.

La moyenne arithmétique des n premières décimales de l'ordre i tend par conséquent vers la limite 4,5, quand n augmente indéfiniment, et le rapport du nombre des décimales paires de la suite

$$c_r^{(i)}\ (i = 1,\ 2,\ \ldots\ n),$$

au nombre n vers la limite $\frac{1}{2}$.

Le présent travail a été entrepris après lecture d'un mémoire très intéressant, plein de vues ingénieuses, mais dont quelques-unes nous paraissent discutables, publié par M. Pierre Cérésole dans les Archives de psychologie, Tome XV, juin 1915, sous le titre: L'irréductibilité de l'intuition des probabilités et l'existence de propositions mathématiques indémontrables.

Zurich, mars 1917.

Bemerkungen zum Begriff des Differentialquotienten gebrochener Ordnung.

Von

HERMANN WEYL.

(Als Manuskript eingegangen am 20. März 1917.)

1.

Riemann hat als Student den „Versuch einer allgemeinen Auffassung der Integration und Differentiation“ gemacht, indem er den Begriff des Differentialquotienten n^{ter} Ordnung auf den Fall überträgt, wo an Stelle der natürlichen Ordnungszahl n eine beliebige reelle Zahl tritt. Diese Arbeit ist als Nr. XIX in den Gesammelten Werken abgedruckt mit dem Bemerken des Herausgebers, dass Riemann ohne Zweifel nicht an ihre Veröffentlichung dachte, die Betrachtung sich auch auf Grundlagen stütze, deren Haltbarkeit er in späteren Jahren nicht mehr anerkannt haben würde. Trotzdem ist zu sagen, dass die Riemann'sche Begriffserweiterung, wenn man sie nur in haltbarer Weise formuliert — und dies ist möglich —, völlig naturgemäss, ja die einzig naturgemässe ist und ihr eine keineswegs bloss formale Bedeutung zukommt. Dies scheint mir die folgende kurze Überlegung zu zeigen, die ich angestellt habe, um möglichst einfach einen von mir zu anderen Zwecken benötigten Satz über trigonometrische Reihen zu beweisen.

Ist $f(x)$ eine für $x \geq 0$ definierte stetige Funktion, so bilden wir, indem wir den Prozess der Integration iterieren, der Reihe nach (für $x \geq 0$)

$$f_1(x) = \int_0^x f(x)\,dx, \quad f_2(x) = \int_0^x f_1(x)\,dx, \quad f_3(x) = \int_0^x f_2\,dx, \ldots$$

und schreiben ausführlicher

$$f_n(x) = J^n f(x);$$

J ist das Symbol für den Integrationsprozess. Es ist, wie bekannt und leicht zu sehen,

$$J^{n+1} f(x) = \frac{1}{n!} \int_0^x (x-\xi)^n f(\xi)\,d\xi \qquad (n = 0, 1, 2, \ldots).$$

Daher definieren wir allgemeiner, wenn α eine beliebige reelle Zahl >0 ist, als die durch „α-malige Integration“ aus f entstehende Funktion

$$J^{\alpha} f(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^x (x-\xi)^{\alpha-1} f(\xi)\, d\xi.$$

Die Funktionaloperation J^{α} hat folgende Eigenschaften:

I. Für $\alpha = 1, 2, 3, \ldots$ stimmt sie mit dem ursprünglichen Begriff der $1, 2, 3, \ldots$-maligen Integration überein.

II. Sie ist linear:

$$J^{\alpha}(c_1 f_1 + c_2 f_2) = c_1 J^{\alpha} f_1 + c_2 J^{\alpha} f_2$$

(f_1, f_2 beliebige stetige Funktionen; c_1, c_2 beliebige Konstante).

III. $J^{\alpha} J^{\beta} f$ ist $= J^{\alpha+\beta} f$.

Die Beziehung

$$(*) \qquad \varphi(x) = J^{\alpha} f(x)$$

drücken wir auch umgekehrt mit Benutzung des Differentiationssymbols D durch

$$f(x) = D^{\alpha} \varphi(x)$$

aus und sagen, falls zu der gegebenen Funktion φ eine solche stetige Funktion f gehört, sie sei der α^{te} Differentialquotient von φ, und φ sei α-mal stetig differentiierbar. Es liegt nahe, mit Riemann zu setzen: $J^0 f = D^0 f = f$ und allgemein $J^{-\alpha} = D^{\alpha}$, wodurch sowohl die Definition der Operation J^{α} wie D^{α} auf negative Exponenten α und 0 ausgedehnt wird. Es ist dann aber daran festzuhalten, dass der Prozess J^{α} mit negativem Exponenten nicht (wie der mit positivem) auf jede stetige Funktion anwendbar ist.

Die Ermittlung von $f = D^{\alpha} \varphi$ (in den Exponenten-Grenzen $0 < \alpha < 1$) durch Auflösung von (*) ist nichts anderes als ein bekanntes von Abel behandeltes Problem [1]) — historisch das erste Beispiel einer Integralgleichung. Liouville hat ihre allgemeine Lösung gegeben.[2]) Sie besteht in unserer Terminologie einfach darin, φ einmal zu differentiieren und dann $(1-\alpha)$-mal zurückzuintegrieren. Offenbar ist aber für die α-malige Differentiierbarkeit ($\alpha < 1$) von φ die Existenz und Stetigkeit der Ableitung φ' wohl hinreichend, aber nicht notwendig. Vielmehr gilt in dieser Hinsicht der

[1]) Abel, Ges. Werke (1823), p. 11.

[2]) Journal de l'École Polytechnique, Cahier 21 (1832), p. 1, und Liouvilles Journal, vol. 4 (1839), p. 23.

Satz 1. Ist $f(x)$ α-mal stetig differentiierbar, so genügt f einer Lipschitz'schen Bedingung der Ordnung α:

$$|f(x_1) - f(x_2)| \leqq \text{Const.} |x_1 - x_2|^{\alpha}.$$

Umgekehrt: ist f eine (für $x = 0$ verschwindende) Funktion, die einer solchen Lipschitz'schen Bedingung genügt, so ist f (wenn nicht α-mal, so doch) β-mal stetig differentiierbar, wenn β irgendeinen Exponenten $< \alpha$ bedeutet.

In der Gültigkeit dieses Satzes sehe ich den ersten Beleg dafür, dass der Begriff des α^{ten} Differentialquotienten eine über das Formale hinausgehende Bedeutung besitzt.

Der Beweis für den ersten Teil des Satzes ist rasch erbracht. Nach Voraussetzung soll eine stetige Funktion $\varphi(x)$ existieren, so dass

$$f(x) = \int_0^x (x-\xi)^{\alpha-1} \varphi(\xi)\, d\xi.$$

Ist $h > 0$ und M eine obere Grenze für den absoluten Betrag von φ im Intervall von 0 bis $x+h$, so finden wir

$$|f(x+h) - f(x)| \leqq \int_0^x \{(x+h-\xi)^{\alpha-1} - (x-\xi)^{\alpha-1}\} \varphi(\xi)\, d\xi |$$
$$+ \int_x^{x+h} (x+h-\xi)^{\alpha-1} \varphi(\xi)\, d\xi |$$

$$\leqq M \cdot \int_0^x \{-(x+h-\xi)^{\alpha-1} + (x-\xi)^{\alpha-1}\}\, d\xi + M \cdot \int_x^{x+h} (x+h-\xi)^{\alpha-1}\, d\xi$$

$$= M \left\{ -\int_h^{x+h} z^{\alpha-1}\, dz + \int_0^x z^{\alpha-1}\, dz \right\} + M \cdot \int_0^h z^{\alpha-1}\, dz$$

$$< 2M \int_0^h z^{\alpha-1}\, dz = \frac{2M}{\alpha} \cdot h^{\alpha}.$$

Die Umkehrung soll sogleich in etwas anderer Fassung erledigt werden.

2.

Der Begriff des Differentialquotienten beliebiger reeller Ordnung steht, wie schon angekündigt, in enger Beziehung zur Theorie der Fourier'schen Reihen. Die vorigen Definitionen leiden aber an dem Übelstand, dass in ihnen der Punkt $x = 0$ eine ausgezeichnete Rolle spielt; für die Theorie der periodischen Funktionen werden sie dadurch ungeeignet und müssen zweckentsprechend modifiziert werden. Ist $f(x)$ eine stetige Funktion von der Periode 1, für welche der

Mittelwert $\int_0^1 f\,dx = 0$ ist, so ist das Integral f_1 von f wiederum periodisch. Damit aber auch f_1 ein periodisches Integral f_2 habe, müssen wir die in f_1 noch zur Verfügung stehende additive Konstante so bestimmen, dass $\int_0^1 f_1\,dx = 0$ wird; usw. D. h. die oben zur eindeutigen Festlegung der Integrale f_n benutzte Bestimmung: $f_n = 0$ für $x = 0$ wird jetzt zu ersetzen sein durch die Forderung $\int_0^1 f_n\,dx = 0$. In dieser Weise möge von nun ab $J^n f = f_n$ definiert sein. Führen wir die Bernoulli'schen Polynome ψ ein, die sich rekursiv eindeutig aus den Forderungen

$$\psi_0 = -1; \qquad \psi_n' = \psi_{n-1},\ \int_0^1 \psi_n\,dx = 0 \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

ergeben und verstehen unter $\Psi_n(x)$ diejenige Funktion mit der Periode 1, die im Interval $0 < x \leqq 1$ gleich dem Polynom $\psi_n(x)$ ist, so gilt nunmehr

$$J^n f(x) = \int_0^1 \Psi_n(x-\xi)\, f(\xi)\, d\xi.$$

$\Psi_n(x)$ tritt hier also an Stelle der oben analog verwendeten Funktion $\frac{x^{n-1}}{(n-1)!}$. Es ist derselbe Unterschied, der in der Taylor'schen Reihe einerseits, der Euler'schen Summenformel anderseits zur Geltung kommt. Verstehen wir unter c_ν die komplexen Fourierkoeffizienten von f

$$c_\nu = \int_0^1 e^{-2\pi i \nu x}\, f(x)\, dx \qquad (\nu \geqq 1),$$

so sind die komplexen Fourierkoeffizienten von $J^h f$ gleich $\frac{c_\nu}{(2\pi i \nu)^h}$, die von Ψ_h aber einfach $= \frac{1}{(2\pi i \nu)^h}$.

Es fragt sich nun wieder, ob wir unsern jetzigen Integralbegriff $J^n f$ von ganzzahligen Exponenten n in solcher Weise auf beliebige positive Exponenten ausdehnen können, dass die oben an die Operation J^a gestellten Forderungen I.—III. erfüllt sind. Man sieht, dass dieses ohne weiteres möglich ist: man hat unter $J^a f$ nur diejenige Funktion der Periode 1 zu verstehen, deren komplexe Fourierkoeffizienten $c_\nu^{(a)}$ durch

$$c_0^{(a)} = 0; \qquad c_\nu^{(a)} = c_\nu \cdot e^{-\frac{\pi i a}{2}} (2\pi\nu)^{-a} \qquad (\nu \geqq 1)$$

gegeben sind. Nur könnte es noch zweifelhaft erscheinen, ob eine

solche Funktion immer existiert. Dies ist aber in der Tat der Fall. Verstehen wir nämlich unter $\Psi_\alpha(x)$ diejenige Funktion von der Periode 1, deren komplexe Fourierkoeffizienten

$$= e^{-\frac{\pi i \alpha}{2}} (2\pi\nu)^{-\alpha}$$

sind, so ist offenbar

$$J^\alpha f(x) = \int_0^1 \Psi_\alpha(x-\xi) f(\xi)\, d\xi.$$

Ψ_α ist leicht zu bestimmen; wir beschränken uns dabei auf den Fall $0 < \alpha < 1$. Es ist

$$\int_0^\infty e^{-2\pi i \nu x} x^{\alpha-1}\, dx = (2\pi\nu)^{-\alpha} \int_0^\infty e^{-ix} x^{\alpha-1}\, dx$$

$$= \Gamma(\alpha)\, e^{-\frac{\pi i \alpha}{2}} (2\pi\nu)^{-\alpha}.$$

Daraus geht hervor:

$$\Gamma(\alpha)\, \Psi_\alpha(x) = \lim_{n=\infty} \Big[\Big\{ x^{\alpha-1} + (x+1)^{\alpha-1} + (x+2)^{\alpha-1} + \cdots + (x+n-1)^{\alpha-1} \Big\} - \frac{1}{\alpha} n^\alpha \Big] \text{ für } 0 < x \leqq 1.$$

In der Umgebung der Stelle $x = 0$ ist also $\Psi_\alpha(x)$ bis auf eine additiv hinzutretende regulär-analytische Funktion $= \frac{1}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1}$ für $x > 0$, $= 0$ für $x < 0$. Man kann anderseits auch schreiben (immer für $\alpha < 1$ und periodische Funktionen f, deren Mittelwert $= 0$ ist)

$$J^\alpha f(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^\infty f(x-\xi)\, \xi^{\alpha-1}\, d\xi = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_{-\infty}^x (x-\xi)^{\alpha-1} f(\xi)\, d\xi.$$

Es ist also gegenüber früher nur die untere Integralgrenze von 0 nach $-\infty$ verschoben. Danach ist klar, dass unser neuer Begriff der α-maligen stetigen Differentiierbarkeit genau mit dem früheren übereinstimmt, während die Definition des α^{ten} Differentialquotienten, den in der Sache liegenden Forderungen gemäss, eine leichte Modifikation gegenüber Absatz 1. erfahren musste.

3.

Wenn wir die beiden folgenden Tatsachen miteinander verknüpfen:

a) **Satz 2.** Sind c_ν die Fourierkoeffizienten von f, so sind

$$e^{\frac{\pi i \alpha}{2}} (2\pi\nu)^\alpha c_\nu$$

diejenigen des α^{ten} Differentialquotienten von f, und also konvergiert, wenn f α-mal stetig differentiierbar ist, die Reihe

$$\sum_{\nu=1}^{\infty} |\nu^{\alpha} c_{\nu}|^2;$$

b) ist α ein positiver Exponent ≤ 1 und $\beta < \alpha$, so ist f gewiss dann β-mal stetig differentiierbar, wenn es einer Lipschitz'schen Bedingung der Ordnung α genügt (Satz 1),

so gelangen wir zu dem Ergebnis:

Satz 3. Genügt die Funktion f von der Periode 1 einer Lipschitz'schen Bedingung der Ordnung α und ist β irgendein positiver Exponent $< \alpha$, so konvergiert die Quadratsumme $\sum_{\nu=1}^{\infty} \nu^{\beta} c_{\nu}{}^2$, in der c_ν die Fourierkoeffizienten von f bedeuten.

Holen wir nunmehr den Beweis des zweiten Teiles von Satz 1 nach, so gestalten sich die Schlüsse, die zu Satz 3 führen, am einfachsten folgendermassen: Man kann ohne Einschränkung annehmen, dass $\int_0^1 f\,dx = 0$ ist. Das Integral F von f ist dann gleichfalls periodisch, und es konvergiert

$$G(x) = \int_0^{\infty} f(x-\xi)\,\xi^{-\beta}\,d\xi \left\{ = \Gamma(1-\beta)\cdot J^{1-\beta} f \right\}.$$

Setze ich zunächst

$$G_{\varepsilon,\omega}(x) = \int_{\varepsilon}^{\omega} f(x-\xi)\,\xi^{-\beta}\,d\xi$$

$$= -\left[\xi^{-\beta} F(x-\xi)\right]_{\varepsilon}^{\omega} - \beta \int_{\varepsilon}^{\omega} F(x-\xi)\,\xi^{-(1+\beta)}\,d\xi,$$

$$(0 < \varepsilon < \omega)$$

so finden wir für die Ableitung dieser Funktion

$$g_{\varepsilon,\omega}(x) = G'_{\varepsilon,\omega}(x) = -\frac{f(x-\omega)}{\omega^{\beta}} + \frac{f(x-\varepsilon)}{\varepsilon^{\beta}} - \beta \int_{\varepsilon}^{\omega} f(x-\xi)\,\xi^{-(1+\beta)}\,d\xi.$$

Ferner bilden wir

$$g^{*}_{\varepsilon,\omega}(x) = \beta \int_{\varepsilon}^{\omega} \{f(x) - f(x-\xi)\}\,\xi^{-(1+\beta)}\,d\xi$$

$$= -\frac{f(x)}{\omega^{\beta}} + \frac{f(x)}{\varepsilon^{\beta}} - \beta \int_{\varepsilon}^{\omega} f(x-\xi)\,\xi^{-(1+\beta)}\,d\xi.$$

Gemäss der Voraussetzung, dass f einer Lipschitz'schen Bedingung

mit einem Exponenten $\alpha > \beta$ genügt, existiert

$$g(x) = \beta \int_0^\infty \{f(x) - f(x-\xi)\}\, \xi^{-(1+\beta)}\, d\xi$$

und ist gleichmässig in x der Limes von $g^*_{\varepsilon,\omega}(x)$ für $\varepsilon = 0$, $\omega = \infty$. Da aber der Unterschied von $g_{\varepsilon,\omega}(x)$ und $g^*_{\varepsilon,\omega}(x)$ bei diesem Grenzübergang gleichmässig zu 0 konvergiert, so folgt, dass auch die Ableitung von $G_{\varepsilon,\omega}(x)$ gleichmässig gegen die Grenze $g(x)$ konvergiert, dass mithin

$$G'(x) = g(x)$$

ist. Wenn aber $J^{1-\beta} f$ eine stetige Ableitung besitzt, ist f selber β-mal stetig differentiierbar (wie Satz 1 behauptete); übrigens ist $\frac{1}{\Gamma(1-\beta)}\, g(x)$ der β^{te} Differentialquotient von f. — Der ν^{te} Fourierkoeffizient von $G(x)$ ist

$$\Gamma(1-\beta)\, e^{\frac{\pi i\,(\beta-1)}{2}}\, (2\pi\nu)^{\beta-1}\, c_\nu,$$

der von $g(x)$ mithin

$$\Gamma(1-\beta)\, e^{\frac{\pi i \beta}{2}}\, (2\pi\nu)^{\beta}\, c_\nu.$$

Ist in Satz 3 insbesondere $\alpha > \frac{1}{2}$, so können wir auch β noch $> \frac{1}{2}$ wählen und finden dann, da

$$\Big(\sum |c_\nu|\Big)^2 = \Big(\sum |c_\nu \cdot \nu^\beta| \cdot \frac{1}{\nu^\beta}\Big)^2 < \sum |c_\nu \cdot \nu^\beta|^2 \cdot \sum \frac{1}{\nu^{2\beta}}$$

ist, dass die Fourierreihe von f absolut konvergiert. Dieser

Satz 4. Die Fourierreihe einer Funktion, die einer Lipschitz'schen Bedingung mit einem Exponenten $> \frac{1}{2}$ genügt, konvergiert absolut

ist 1914 von S. Bernstein in einer Comptes-Rendus-Note ausgesprochen worden.[1]) Zugleich deutet Herr Bernstein eine sehr scharfsinnige Konstruktion an, durch die es ihm gelungen ist, zu zeigen, dass hier die untere Exponentengrenze $\frac{1}{2}$ nicht weiter herabgedrückt werden kann.

[1]) Sur la convergence absolue des séries trigonométriques, Comptes rendus, t. 158, séance du 8 juin 1914.

Pflanzenphysiologisches Institut der Eidgen. Techn. Hochschule Zürich.

Anatomische Struktur des Zug- und Druckholzes bei wagrechten Ästen von Laubhölzern.

Von

P. Jaccard (Zürich).

(Hiezu Tafel VI und VII.)

(Als Manuskript eingegangen am 5. April 1917.)

In einem gegebenen Baum ist die anatomische Struktur keineswegs einförmig: die Wurzeln, der Stamm und die Äste zeigen bedeutende Unterschiede und ausserdem erfahren in diesen einzelnen Organen die Form, die Verteilung und die Gruppierung der Holzelemente eigenartige Änderungen, welche mit dem Einfluss, den klimatische oder mechanische Faktoren auf das Wachstum ausüben, im Zusammenhang stehen.

Eine vollkommen gleichförmige anatomische Struktur ist nur dann möglich, wenn die physikalisch-chemischen und auch die mechanischen Kräfte, denen die Kambiumzellen unterliegen, mit einer gleichmässigen Intensität und auf dem ganzen Umfang des Organs auf die Elemente der Bildungsschicht einwirken.

Eine so gleichmässige Wirkung der oben genannten Kräfte, wie sie für den konzentrischen Bau erforderlich ist, kommt nur selten vor; meistens wirken diese Kräfte auf den Umfang der Stämme, Äste und Wurzeln ungleichmässig, wodurch die Bildung von exzentrischen Jahrringen und eine entsprechende Differenzierung der Holzelemente hervorgerufen werden.

Am deutlichsten treten diese Unterschiede in der Struktur von horizontalen Ästen auf. Durch die Wirkung der Schwerkraft werden diese Organe verschiedenen mechanischen Ansprüchen ausgesetzt: auf der obern Seite entsteht ein Längszug, die untere Seite hingegen erfährt einen Längsdruck, welche beide parallel zur Biegungsachse wirken.

Unter dem Einfluss dieser beiden entgegengesetzten Kräfte erwerben die Holzelemente auf der Oberseite und Unterseite deutlich verschiedene Strukturen; ausserdem erfolgen die Teilungen der Kambiumzellen auf diesen beiden Seiten mit ungleicher Geschwindigkeit, so dass die Jahrringe exzentrisch werden.

Bei den Nadelhölzern ist diese Exzentrizität der Äste mit einem auffallenden Farbenunterschied des Holzes verbunden: Das Holz der breitern Unterseite ist hart und rotbraun (Rotholz), auf der schmalen Oberseite hingegen ist es weich und hell (Weissholz). Bekanntlich weichen die Rotholztracheiden von den Weissholztracheiden inbezug auf Form und Struktur, chemische Zusammensetzung und mechanische Eigenschaften ab.

Auf das Vorhandensein einer ähnlichen anatomischen Differenzierung der Holzelemente bei den wagrechten Ästen der Laubhölzer im Zusammenhang mit dem exzentrischen Wachstum wurde erst später aufmerksam gemacht. Durch Kny [1]) und Lämmermayr [2]) wurde dieser Erscheinung, welche sie kurz erwähnen, gewiss nicht die Bedeutung zugeschrieben, die ihr zukommt.

K. Metzger [3]) ist meines Wissens der erste, der mit den Laubhölzern experimentelle Untersuchungen in dieser Hinsicht ausgeführt hat. Er beobachtete bei jungen Stämmen von *Quercus*, *Fagus*, *Fraxinus* und *Acer*, die künstlich gebogen waren und längere Zeit in horizontaler Lage verblieben, dass auf der obern Seite sog. Oberseitenholz ausgebildet wird, dessen Struktur von demjenigen der Unterseite deutlich verschieden ist. Es unterscheidet sich von dem letztern vor allem durch die Holzfasern, deren Wandung, die unvollständig verholzt bleibt und mit den üblichen Reagentien eine mehr oder weniger ausgeprägte zellulosische Reaktion aufweist, sich so stark verdickt, dass das Lumen manchmal vollständig verschwindet. Metzger gibt ausserdem an, dass das Oberseitenholz verhältnismässig weniger Gefässe aufweist als das Holz der entgegengesetzten Seite.

Es schien mir wünschenswert, eingehender als dies durch Metzger geschehen ist, auf experimentellem Wege festzustellen, inwieweit die oben erwähnten anatomischen Differenzierungen von mechanischen Wirkungen, namentlich von Längszug- und Längsdruckwirkungen abhängig sind.

Die ersten Ergebnisse meiner Untersuchungen wurden 1915 in Genf [4]) an der Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft mitgeteilt. Das Original der beiliegenden Tafeln

---

[1]) Kny, Über das Dickenwachstum des Holzkörpers. Berlin 1882.

[2]) Lämmermayr, Beiträge zur Kenntnis der Heterotrophie von Holz und Rinde. Sitzungsber. d. Kais. Ak. d. Wiss., Wien. Abt. 1, Bd. CX, 1901.

[3]) Metzger, Über das Konstruktionsprinzip des sekundären Holzkörpers. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- und Landwirtschaft. 6. Jahrg., p. 249—274, 1908.)

[4]) P. Jaccard, Méthode expérimentale appliquée à l'étude des actions mécaniques capables d'influer sur la forme des arbres. Verh. d. Schweiz. Naturf. Gesellschaft, Genf, 1915, p. 198—203.

wurde damals vorgezeigt und die anatomischen und chemischen Unterscheidungsmerkmale, welche die Längszug- und Längsdruckspannungen bei den Holzfasern der Laubhölzer hervorrufen, beschrieben.

Im gleichen Jahre erschien eine Arbeit von P. G. Heric[1]), in welcher die anatomische Struktur der breiten Seite von exzentrisch gebauten Ästen untersucht und mit derjenigen der schmalen Seite verglichen wird, und zwar bei sieben Arten von Laubhölzern aus den Waldungen von Lüttenberg in Steiermark.

Bei der grossen Zahl der wirkenden Faktoren und der Schwierigkeit, dieselben bei dem beliebig ausgewählten Material zu bestimmen, konnten die Ergebnisse einer solchen Untersuchung, wie zu erwarten war, nicht zu allgemeinen Schlussfolgerungen führen. Allerdings hebt Heric bei allen untersuchten Arten: *Fagus*, *Salix*, *Ficus*, *Alnus*, *Olea*, *Tamarix* und *Fraxinus* das Vorherrschen der Holzfasern auf der breiten Seite und eine grössere Anzahl von Gefässen auf der schmalen Seite hervor. Diese Tatsache stimmt mit den eigenen Beobachtungen bei meinen Experimenten und auch mit den Angaben von Metzger überein. Kny[2]) und Lämmermayr[3]) hingegen gelangen in dieser Hinsicht zu andern Schlussfolgerungen: Nach ihnen kommen bei *Betula*, *Crataegus*, *Pterocarya*, *Juglans*, *Rhus*, *Buxus*, *Rhododendron* etc. der breitern Seite der exzentrischen Organe weitlumigere und zahlreichere Gefässe, sowie ein grösserer Prozentsatz von Markstrahlen vor als der schmalen Seite.

Nach Lämmermayr sind ausserdem die Zellen der Markstrahlen auf der breiten Seite im allgemeinen grösser und enthalten grössere Mengen von Reservestoff als diejenigen der schmalen Seite.

Aus diesen beiden widersprechenden Ansichten geht deutlich hervor, dass bei natürlichen Wachstumsbedingungen die Unterschiede in der anatomischen Struktur zwischen den beiden entgegengesetzten Seiten exzentrischer Organe von Laubhölzern keinen konstanten Charakter besitzen und dass sie von einer Art zur andern, sogar bei den verschiedenen Individuen einer und derselben Art variieren. Nur das Experiment kann in dieser Hinsicht sichere und vergleichbare Resultate liefern.

Zu diesem Zwecke habe ich folgende Versuche ausgeführt: Stämme von mehreren Laubholzarten wurden abwechselnden Biegungen von verschiedener Dauer, Richtung und Intensität unterworfen. Aus dem Vergleich des bei so behandelten Stämmen ge-

---

[1]) P. G. Heric. Zur Anatomie exzentrisch gebauter Hölzer. Diss. Universität Freiburg i. S. Görz 1915. 60 Seiten.

[2]) Kny, loc. cit.

[3]) Lämmermayr, loc. cit. pag. 32—34.

bildeten Holzes mit demjenigen von wagrechten und geneigten Ästen derselben Art gehen folgende Ergebnisse hervor:

1. Die verdickten, mehr oder weniger zellulosischen Holzfasern, die auf der obern Seite der wagrechten Äste bei der Mehrzahl der Laubhölzer allgemein auftreten, verdanken ihren eigenartigen Bau dem Längszug, dem sie infolge der Einwirkung der Schwerkraft unterworfen sind. Sie verdienen in der Tat den Namen Zugfasern, womit ich sie schon in frühern Arbeiten bezeichnet habe.

2. Umgekehrt darf man die stärker verholzten Fasern mit weniger dicken Wänden, die auf der untern Seite derselben Äste entstehen, als Druckfasern bezeichnen. Sie verdanken ihre Merkmale dem Längsdruck, dem sie während ihrer Bildung und Weiterentwicklung ausgesetzt sind.

Die morphologischen und chemischen Eigentümlichkeiten dieser beiden Arten von Fasern gehen deutlich aus den Tafeln hervor, die das Bild von Druckholz und Zugholz nach einem mit Chlorzinkjod behandelten mikroskopischen Querschnitt wiedergeben.

Allerdings ruft die Wirkung von Längs-, Zug- und Druck-Spannungen nicht bei allen Laubhölzern so ausgeprägte Unterschiede in der Holzstruktur der entgegengesetzten Seiten hervor, wie bei den dargestellten Holzschnitten. Die Unterschiede, die man in dieser Beziehung bemerkt, hängen nicht nur von den spezifischen Eigenschaften der Pflanze, sondern auch von der Intensität der mechanischen Einwirkung ab.

3. Im allgemeinen zeichnet sich das Zugholz gegenüber dem Druckholz durch den grössern Prozentsatz und durch eine dichtere Lagerung der Holzfasern aus, dann durch eine entsprechende Reduktion der Zahl der Gefässe, durch eine häufig stärkere Entwicklung der Markstrahlen und der darin enthaltenen Reservestoffe, ferner durch die regelmässigere Anordnung der Fasern, deren Querschnitt öfters mehr oder weniger rechteckig ist, und welche deutlich radial verlaufende Reihen bilden.

4. In chemischer Hinsicht zeigen die Zugfasern folgende Merkmale: die primäre Membran oder Mittellamelle ist sehr dünn und stark verholzt; mit Chlorzinkjod färbt sie sich schön gelb und unterscheidet sich dadurch deutlich von der sekundären Verdickungsschicht, welche mit demselben Reagens bald eine violette, bald eine rotbraune Färbung annimmt. (Siehe Tafel VI.)

Die sekundäre Verdickungsschicht unterscheidet sich ausserdem von der Mittellamelle durch ihre grössere Dicke und durch ein eigenartiges Lichtbrechungsvermögen. Der Hauptcharakter der Zugfasern

aber zeigt sich in der Beschaffenheit der tertiären Membran. Sie bildet die Hälfte bis drei Viertel der ganzen Wanddicke und füllt manchmal das Lumen vollständig aus. Mit einer starken Vergrösserung sind die konzentrischen Appositionsschichten, aus denen sie sich zusammensetzt, deutlich sichtbar. Mit Chlorzinkjod wird die Färbung stärker violett als bei der sekundären Membran, von welcher sie übrigens nicht immer deutlich abgesetzt ist. Der innerste, jüngste, an das Lumen anschliessende Teil nimmt regelmässig eine intensivere Blaufärbung an und bildet so einen deutlichen Saum.

Welches ist nun die chemische Natur dieser inneren Wandverdickungen bei den Zugfasern? Metzger nimmt, gestützt auf Arbeiten von Schulze, Schellenberg und Leclerc du Sablon an, dass sie aus Hemizellulose bestehe. Bei den zahlreichen nach der klassischen Methode behandelten Holzschnitten ist es mir nur selten gelungen, die sekundären und tertiären Verdickungsschichten der Zugfasern ganz oder teilweise aufzulösen. Wenn sie aus reiner Hemizellulose gebildet wären, so sollten die fraglichen Schichten durch Kochen in verdünnten Mineralsäuren aufgelöst werden; nun sind aber diese Schichten in der Tat nur inbezug auf das Lichtbrechungsvermögen, ihre optischen Eigenschaften und ihre Färbbarkeit durch die üblichen Reagentien mehr oder weniger geändert. Da sie auch der Wirkung des Kupferoxydammoniaks widerstehen, so bestehen sie auch nicht aus reiner Zellulose. Die starke Färbung, welche sie durch Rutheniumrot, Safranin und Methylenblau erfahren und die starke Aufspeicherung dieser Farbstoffe gestattet anzunehmen, dass sie mehr oder weniger Pektinstoff enthalten.

Schliesslich scheinen die innern Verdickungsschichten der Zugfasern, nach ihrem Verhalten gegenüber den verschiedenen angewandten Reagentien, meistens aus Zellulose gebildet zu sein, die mit mehr oder weniger Hemizellulose und Pektinstoff und in manchen Fällen auch mit Lignin durchsetzt ist. In dieser Beziehung kommt G. Heric [1]) in seiner schon erwähnten Arbeit genau zu dem gleichen Schlusse.

Die Unterschiede der Färbung, die man bei mit Chlorzinkjod behandelten Schnitten verschiedener Arten beobachtet, hängen aller Wahrscheinlichkeit nach von dem relativen Verhältnis der oben erwähnten Stoffe in der Zellwand ab, wo bald der eine, bald der andere vorwiegt.

5. Druckholz. Das auf der Druckseite gebildete Holz unterscheidet sich meistens auf den ersten Blick durch eine beinahe vollkommene und starke Verholzung aller Elemente. Die Fasern sind

[1]) G. Heric, loc. cit. p. 18.

viel unregelmässiger vieleckig als im Zugholz; sie bilden weniger ausgedehnte Gruppen, da die Gefässe zahlreicher sind. Die sehr dünne primäre Wandung der Fasern zeichnet sich gegenüber der sekundären Membran durch ihr eigenartiges Lichtbrechungsvermögen aus und ist von ihr bei den mit Chlorzinkjod gefärbten Schnitten durch einen hellen Saum getrennt.

Die sekundäre Verdickungsschicht der Druckfasern ist immer deutlich verholzt und nimmt mit Chlorzinkjod eine deutliche Gelbfärbung an; sie ist dünn und geht ohne deutliche Grenze in die tertiäre Schicht über, die gleichfalls verholzt und meist schwach entwickelt ist und an ein relativ weites Lumen stösst. (Tafel VII.)

Häufig zeigen die Druckfasern an ihren Längswänden deutlichere und zahlreichere Hoftüpfel als die Zugfasern.

6. Im allgemeinen sind die Zugfasern länger als die Druckfasern. Allerdings ist der Unterschied zwischen den beiden sehr variabel. Baranetzky[1]), dem wir zahlreiche und exakte Messungen in dieser Beziehung verdanken, gibt an, dass in einem gegebenen horizontalen oder geneigten Ast der Unterschied in der Länge, wenigstens in den ersten Jahren, zugunsten der Zugfasern zunimmt, ohne dass man aber in dieser Hinsicht irgend eine Regelmässigkeit beobachten kann.

7. Verteilung der Zugfasern bei natürlichen Wachstumsbedingungen. Bei den in der natürlichen Lage gewachsenen Ästen der Laubhölzer ändert sich die Verteilung der Zugfasern je nach dem Alter und nach der Art der Pflanze.

Bei den wagrechten und deutlich exzentrischen Ästen kommen die Zugfasern regelmässig auf der obern zuggespannten Seite vor, wo sie meistens im Sommer- und Spätholz auftreten. Bei den polierten, mit Chlorzinkjod getränkten Querschnitten dorsiventraler Äste von Quercus, Fagus, Ailanthus und Alnus treten auf der obern Hälfte des Schnittes konzentrische, rotbraun gefärbte Sicheln auf, deren grösste Breite sich gegen den Rücken des Astes befindet. Sie entsprechen den Zonen des Holzes, die vorwiegend aus Zugfasern bestehen und sind durch schmale Streifen von vollständig verholzten und gelb gefärbten Elementen voneinander getrennt. Die ganze untere Hälfte des Schnittes ist gleichmässig gelb gefärbt und steht somit mit der obern Hälfte in einem ähnlichen Gegensatz, aber in umgekehrtem Sinne, wie das Weissholz und das Rotholz bei einem

---

[1]) J. Baranetzky. Über die Ursachen, welche die Richtung der Äste der Baum- und der Straucharten bedingen. Flora, Bd. 89, 1901, p. 138—239.

hypotrophen Koniferenast, wo er bekanntlich mit blossem Auge und ohne spezielle Behandlung sichtbar ist.

Bei den jungen und biegsamen Ästen mancher Laubhölzer ist diese Verteilung der Zugfasern weitaus nicht so regelmässig. Die Untersuchung einer grossen Anzahl von ein- bis achtjährigen Ästen, die während einer ganzen Vegetationsperiode in Zwischenräumen von je 10 Tagen vom gleichen Baume genommen wurden, hat gezeigt, dass unter den natürlichen Wachstumsbedingungen die Zugfasern ebensowohl auf der untern Seite oder an den Flanken als auch auf der obern Seite auftreten und ausserdem bald im Frühholz, bald im Sommer- oder Spätholz gebildet werden können. In der Regel jedoch entstehen sie nicht gleichzeitig auf zwei entgegengesetzten Seiten des gleichen Jahrringes.

Diese Beobachtung scheint auf den ersten Blick mit den Ergebnissen unserer Experimente in Widerspruch zu stehen, aus denen hervorgeht, dass die Bildung der Zugfasern durch den zufolge der Schwerkraft entstandenen Längszug auf der obern Seite der wagrechten Äste bedingt wird.

Die Anwesenheit dieser Fasern auf der Unterseite biegsamer Äste erklärt sich durch den Einfluss einer der Schwere analogen Kraft, die aber in umgekehrtem Sinne einwirkt. Es ist dies der negative Geotropismus, der fortwährend der Schwerkraft entgegenwirkt und im allgemeinen bei den jungen Ästen dieselbe übersteigt, so lange die allmähliche Zunahme des Eigengewichtes seine Wirkung nicht ausgleicht.

Ausser dem Geotropismus ist auch der Phototropismus imstande, der Schwerkraft entgegenzuwirken oder sogar dieselbe zu überwiegen und so die Lage der jungen Äste zu bedingen. Während aber der Geotropismus und die Schwerkraft in vertikaler Richtung einwirken, so kann der Phototropismus vor allem in einer stark entwickelten Baumkrone die Äste entweder seitlich links oder rechts oder vertikal nach oben oder unten krümmen, je nach der Jahreszeit, Exposition, Umgebung (Freistand oder Wachstum im Schluss, Wasserspiegelung) oder andern Ursachen, welche die Belichtung in einer bestimmten Richtung begünstigen können.

Schliesslich wird durch das Zusammenwirken von Schwerkraft, Geotropismus und Phototropismus bei den wachsenden Organen ein Kampf von mehr oder weniger entgegengesetzten Einflüssen bedingt, dessen Ergebnis von einer Jahreszeit zur andern wechseln kann und das die Lage eines jeden Zweiges bestimmt.

So lässt sich die Verschiedenheit erklären, welche unter den natürlichen Wachstumsbedingungen in der Verteilung der Zugfasern

zu bemerken ist, und auch verstehen, wie schwierig es ist, von vorneherein zu beurteilen, ob ein bestimmter Teil eines Astes in Wirklichkeit einem Längszug oder Längsdruck ausgesetzt ist.

Diese Verschiedenheit in der Verteilung der Zugfasern stimmt auch mit den durch J. Baranetzky[1]) beobachteten Unterschieden inbezug auf die Länge der Holzfasern der beiden antagonistischen Seiten von wagrechten Ästen überein. Obgleich im allgemeinen die Länge der Fasern auf der obern Zugseite diejenige der Fasern der untern Seite übersteigt, so kann auch der umgekehrte Fall eintreten, und die bei den Längenverhältnissen vorkommenden Unterschiede variieren von einem Zweig zum andern und sogar in demselben Zweig von einem Jahr zum andern.

Diese Verschiedenheiten können wir der entgegengesetzten Wirkung des negativen Geotropismus und der Schwerkraft zuschreiben: Bei den Laubhölzern z. B., wo der Geotropismus sich im allgemeinen bei den Trieben des ersten Jahres stärker geltend macht als bei den Koniferen, sind die Fasern der Unterseite am längsten, während bei den Nadelhölzern der Unterschied zugunsten der obern Seite häufig schon im ersten Jahre auftritt.

Dass im allgemeinen, wenigstens in den 4—5 ersten Jahren, der Überschuss in der Faserlänge zugunsten der obern Seite mit dem Alter zunimmt, hat seine Ursache darin, dass mit dem Fortschreiten des Dickenwachstums der Äste die Wirkung der Schwerkraft diejenige des negativen Geotropismus immer mehr übersteigt.

8. Können die Zugfasern unabhängig von der direkten Wirkung der Schwerkraft und des Geotropismus zustande kommen? Bei Querschnitten von aufrecht wachsenden Stämmen der Glycine bemerkt man häufig Gruppen von typischen Zugfasern, deren Bildung man anscheinend dem Drehwuchs dieser Pflanze zuschreiben kann. Auf den ersten Blick scheint es, dass ein Stamm oder Ast, der parallel zur Achse gedreht ist, Zugfasern auf dem ganzen Umfang des Querschnittes aufweisen sollte. Bei den mit Aesculus- und Alnusstämmen durchgeführten Experimenten ist es mir gelungen, eine Drehung des Stengels zu erreichen, meistens aber nicht auch eine Bildung von typischen Zugfasern. Ich muss zwar bemerken, dass bei allen diesen künstlichen Drehungen in den Stämmen oder Ästen mehr oder weniger spiral verlaufende Längsspalten auftreten, was allem Anschein nach die Entstehung einer parallel zu der Drehungsrichtung wirkenden Zugspannung in der Kambiumschicht verhindert.

---

[1]) Loc. cit. p. 224—230.

Anderswo [1]) habe ich schon die Tatsache erwähnt, dass Wurzeln von Laubhölzern, welche durch die Dickenzunahme von grössern Wurzeln über den Boden gehoben und zufolge dessen einem manchmal starken Längszug ausgesetzt werden, merkwürdigerweise keine Zugfasern ausbilden.

Bei andern Wurzeln hingegen, die sich normalerweise unter der Erde ausbilden, treten manchmal Zugfasern auf, deren Bildung weder durch die Wirkung der Schwerkraft noch durch diejenige des Geotropismus erklärlich ist. Man kann sie aber einem Längszug der Fasern zuschreiben, der durch eine Beschleunigung des Zuwachses bedingt wird, wie sie zumal auf der konvexen Seite einer starken lokalen Krümmung beobachtet wird, deren Verdickung auf der konkaven Seite beeinträchtigt ist. Unter solchen Bedingungen treten die Zugfasern je nach der Lage der Krümmung auf den Flanken ebensogut wie auf der obern oder untern Seite auf.

Die Zugfasern, welche bald auf der konvexen, bald auf der konkaven Seite von schleifenartig gekrümmten Stämmen auftreten, [2]) bei welchen zufolge der Verwachsung des aufsteigenden und absteigenden Teiles der Schleife den gekrümmten Teil der gewöhnlichen Wirkung der Schwerkraft und des Geotropismus mehr oder weniger entzogen wird, sind aller Wahrscheinlichkeit nach innern Zugspannungen derselben Art zuzuschreiben.

In diesem letztern Fall, sowie auch bei den lokal gekrümmten Wurzeln scheint die Bildung der Zugfasern einigermassen von der Geschwindigkeit des Dickenzuwachses in einer gegebenen Stelle des Organs abzuhängen, wodurch in der Kambiumschicht eigenartige Spannungen entstehen.

Wir können also schliesslich die vorhin gestellte Frage bejahen; obgleich in der Mehrzahl der Fälle die Zugfasern dank der Wirkung eines Längszuges entstehen, welcher entweder durch die Schwerkraft oder durch den Geotropismus hervorgerufen wird, so können sie auch unter dem Einfluss anderer, lokal wirkender Ursachen gebildet werden, die imstande sind, in der Kambiumschicht ähnliche Spannungen hervorzurufen.

9. Holzpflanzen ohne Zugfasern. Mit Ausnahme von *Tilia* bilden alle einheimischen Laubhölzer Zugfasern, wenn ihre Organe einem Längszug ausgesetzt sind. Unter den von mir untersuchten Arten war diese Reaktion bei *Quercus*, *Populus*, *Robinia*,

---

[1]) P. Jaccard: Structure anatomique de racines hypertendues. Revue générale de Botanique, T. XXVbis, 1914, p. 359.

[2]) Eine eingehende, durch zahlreiche Figuren illustrierte Beschreibung dieses Falles wird demnächst in einer Spezialabhandlung erscheinen.

Ailanthus, Fagus, Alnus, Aesculus, Fraxinus und *Betula* besonders stark ausgeprägt.

Wie ist es nun erklärlich, dass sie weder unter den natürlichen Bedingungen noch bei den experimentell periodisch gebogenen Lindenstämmen, die einer Zugwirkung unterworfen sind, auftreten? Auf den ersten Blick ist diese Ausnahme ziemlich rätselhaft; dies um so mehr, als bei *Populus*, dessen Holz weich und gefässreich ist und mit demjenigen von *Tilia* die grösste Analogie zeigt, die Bildung von Zugfasern am schönsten entwickelt ist. Vielleicht steht diese Eigentümlichkeit mit der Verdickung der zahlreichen zugfesten Bastfasern enthaltenden Rinde im Zusammenhang, die sich gewöhnlich auf der obern breiten Seite von epitrophen Lindenästen zeigt.[1])

Unter den bei uns eingeführten exotischen Laubhölzern habe ich bisher nur eine Art gefunden, bei welcher die Zugfasern regelmässig auf der obern Seite der wagrechten Äste fehlen, nämlich bei *Liriodendron tulipiferum*. Auch hier ist es schwer, die Ursache dieser Ausnahme zu begreifen; was aber hervorgehoben werden muss, ist die auffallende Ähnlichkeit, die bei dem Astquerschnitt von Liriodendron und Linde in der Struktur des Holzes beobachtet werden kann. Diese täuschende Ähnlichkeit tritt zwar bei den Längsschnitten nicht auf; das Fehlen der Zugfasern bei diesen beiden Arten ist gewiss sehr bemerkenswert.

Als weiterer Fall ist derjenige von *Rhus typhina* zu erwähnen, bei welcher ich typhische Zugfasern auch nicht beobachten konnte, während solche bei *Rhus cotinus* auftreten. Meine Beobachtungen beziehen sich zwar nur auf junge Individuen dieser Art; es ist mir daher gegenwärtig noch nicht möglich die Ursache dieser Ausnahme zu erörtern.

Während bei den Laubbäumen der gemässigten Zone die Zugfasern im Holz der obern Seite von wagrechten Ästen sehr selten fehlen, so kommen sie bei den Sträuchern und Stauden *Lonicera, Ribes, Ligustrum, Viburnum, Corylus* etc. nie vor.

Sie fehlen auch regelmässig bei den verholzten, wagrechten Organen der Zwergsträucher und bei verhältnismässig stark verholzten, mehr oder weniger plagiotropen Organen einjähriger Pflanzen.

Bei stark verdickten Stengeln von *Helianthus annuus*, welche während mehrerer Wochen künstlich in einer gegebenen Lage gehalten wurden, konnte ich jedoch beobachten, dass das Holz auf der

---

[1]) Wiesner (Ber. d. deutsch. Bot. Ges. Bd. X, 1892, p. 609) und Lämmermayr (Sitz.-Ber., loc. cit. p. 67) haben betont, dass bei den Tiliaceen und Annonaceen die Heterotrophie des Holzkörpers regelmässig von einer entsprechenden Verdickung der Rinde begleitet ist, was gewöhnlich bei andern Familien selten vorkommt.

konvexen gespannten Seite der Krümmung mit Chlorzinkjod eine deutlich violette Färbung gibt, während dasjenige der untern Seite gelb gefärbt wird. Weitere Untersuchungen mit *Helianthus* sind im Gang.

10. Einfluss der Dauer und der Intensität des mechanischen Reizes auf die Bildung der Zugfasern.

Aus meinen Experimenten geht deutlich hervor, dass die Bildung der Zugfasern unmittelbar durch die mechanische Wirkung bedingt wird und dass sie mit der Dauer und Intensität derselben variiert. Sie kann also nicht als ein durch natürliche Zuchtwahl erworbenes und vererbtes spezifisches Merkmal aufgefasst werden.

Was die Dauer der Reizwirkung anbelangt, so zeigen die mit *Aesculus* und *Fagus* durchgeführten Experimente, dass bei diesen Bäumen je nach der Jahreszeit mindestens 6—10 Tage notwendig sind, bis ein ununterbrochener Längszug die Bildung von Zugfasern hervorruft.

Wenn die Reizwirkung unterbrochen wird, sich aber periodisch und beinahe gleich stark und in gleicher Richtung wiederholt, so summieren sich die Teilwirkungen, so dass der Gesamteffekt gleichbleibt, dies allerdings nur dann, wenn die Reizperiode, oder mit andern Worten die Präsentationszeit, mindestens einige Stunden (8—12 Stunden je nach Art und Jahreszeit) beträgt und die Unterbrechungen eine beinahe gleiche Dauer besitzen.

Wenn die Unterbrechungen der Reizwirkungen sich in zu kurzen Intervallen wiederholen, wie dies bei den in einer Minute mehrmals abwechselnden, nach entgegengesetzten Richtungen erfolgenden Biegungen der Fall ist, so findet eine Bildung von Zugfasern nicht statt.

Die Bildung der Zugfasern hängt aber nicht nur von der Dauer des mechanischen Reizes, sondern auch von seiner Intensität ab. In dieser Hinsicht habe ich feststellen können, dass wie bei den geotropischen und phototropischen Reaktionen ein Minimum, ein Optimum und ein Maximum der mechanischen Reizwirkungen besteht: Wenn der Längszug zu schwach ist und die Reizschwelle nicht erreicht, so werden keine Zugfasern gebildet; wenn hingegen die Intensität des mechanischen Reizes die Elastizitätsgrenze der Holzfasern überschreitet, so kommt eine Reaktion traumatischer Natur zustande oder sogar eine vollständige Aufhebung der Kambiumtätigkeit. Zwischen diesen beiden Extremen, die von einer Art zur andern variieren, tritt die optimale Wirkung des Reizes ein, die zur stärksten Ausbildung von Zugfasern führt.

Aus dem Vorhergehenden geht mit Deutlichkeit hervor, dass man den Zugfasern der Laubhölzer nicht den Wert eines spezifischen, erblich fixierten Merkmales zuschreiben darf. Es handelt sich um eine Reaktion, welche direkt und unmittelbar von dem mechanischen Reiz, der sie hervorruft, abhängig ist und welche sonst nicht auftritt.

11. Haben die Zugfasern eine phylogenetische Bedeutung?

Die Bildung der Zugfasern auf der obern, zuggespannten Seite von wagrechten Ästen der Laubhölzer sucht Metzger [1]) durch eine anscheinend einleuchtende Hypothese zu erklären. Gestützt auf die Tatsache, dass die Organe der Laubhölzer, die mechanischen Einflüssen ausgesetzt sind, ihre Biegungsfestigkeit durch die Bildung von unvollkommen verholzten und elastischen Elementen (Zugfasern) erhöhen, während die Nadelhölzer unter den gleichen Bedingungen ihre Druckfestigkeit durch Bildung einer grössern Holzmenge auf der untern, gedrückten Seite (Druckholz) vergrössern, kommt Metzger zu dem Schlusse, dass diese beiden Gruppen von Bäumen vom statischen Standpunkt aus einen wesentlichen Unterschied aufweisen: die Laubhölzer sollen so gebaut sein, dass sie gegenüber Zugspannungen die grösste Widerstandsfähigkeit besitzen, während die Nadelhölzer vor allem druckfest sind und ihre grösste Festigkeit gegenüber den Längsdruckspannungen aufweisen.

Von dieser Erwägung ausgehend, nimmt Metzger an, dass die Laubbäume von ursprünglich kletternden oder schlingenden Formen abstammen, welche sich in den frühern Urwäldern auf die geraden und steifen Koniferenstämme stützten und so zum Licht gelangen konnten. Nach dieser Auffassung wäre die Zugfestigkeit der Laubhölzer und ihre eigenartige Reaktion gegenüber den Längszugspannungen als ein Überleben des ursprünglichen Zustandes zu verstehen, bei welchem die schlingenden Stämme und Äste fortwährend Längszugspannungen unterworfen waren.

Wir haben schon früher die Gründe erörtert, welche uns nicht gestatten die Bildung der Zugfasern und ihre eigenartige Zugfestigkeit als ein atavistisches Merkmal aufzufassen. Fügen wir noch hinzu, dass die Zugfestigkeit, welche bei den Hölzern mit der Druckfestigkeit beinahe Hand in Hand geht, vor allem von der spezifischen Natur der Baumarten abhängt und dass die Unterschiede in dieser Hinsicht, welche zwischen den verschiedenen Laubbäumen zustande kommen, meistens grössere sind als diejenigen zwischen Fichten- und

[1]) Über das Konstruktionsprinzip, loc. cit. p. 254 und 260.

Eichen- oder Buchenstämmen, die unter vergleichbaren Bedingungen gewachsen sind.

Vergleichende Messungen haben gezeigt, dass das Weissholz von der Oberseite horizontaler Koniferenäste eine grössere Druckfestigkeit besitzt als das Rotholz der untern Druckseite der gleichen Äste, obgleich im allgemeinen das Rotholz als ein typisches Druckholz aufgefasst wird. Durch diese Tatsache wird die finalistische Erklärung von Metzger schwer haltbar; sie zeigt ausserdem, dass man vom Nützlichkeitsstandpunkt aus die Bildung weder des Zugholzes noch des Druckholzes befriedigend erklären kann.

Da die horizontalen Äste der Laubhölzer imstande sind, durch Bildung von Fasern besonderer Festigkeit ihre Zugfestigkeit auf der gespannten Seite zu erhöhen, so versteht man vom Standpunkt der Materialersparnis aus schwer, dass gerade diese obere Seite im allgemeinen mehr verdickt wird als die untere Seite.

In diesem Falle scheint also die Verstärkung der Äste gegenüber der Wirkung der Schwerkraft gleichzeitig auf zwei Arten erreicht zu werden, nämlich durch eine qualitative Änderung und durch eine quantitative Zunahme der Holzelemente, was mit dem Prinzip der grössten Festigkeit bei dem kleinsten Materialaufwande anscheinend in Widerspruch steht.

Ich will noch erwähnen, dass bei den Nadelhölzern umgekehrte Verhältnisse auftreten: das auf der breitern Seite von horizontalen Ästen gebildete Holz besitzt eine geringere Festigkeit als dasjenige der schmalen Seite.

12. Durch den mechanischen Reiz hervorgerufene physiologische Änderungen. Wenn man die Wirkung der Schwerkraft auf die Bildung der Zugfasern relativ leicht nachweisen kann, so ist es hingegen schwieriger, die physiologischen Änderungen zu erklären, welche durch den mechanischen Reiz in den Kambiumzellen und in den sich verholzenden Elementen verursacht werden.

In diesem Falle muss man zunächst die Intensität der Zug- oder Druckspannungen bestimmen, welchen die holzbildenden Zellen der unter dem Einfluss der Schwerkraft stehenden wagrechten Organe unterworfen sind.

Wenn man zur Ermittlung dieser mechanischen Wirkungen die Formeln anwendet, die in der Statik für die Berechnung des Widerstandsmoments gebraucht werden, so erhält man für die Biegungsarbeit bei wagrechten Ästen von *Picea*, *Sequoia*, *Betula*, *Fagus* etc. Zahlen, welche meistens zwischen 200 und 300 Kilogramm pro cm^2 liegen. Es ist ziemlich schwer festzustellen, in welchem Grade diese

Zahlen den wirklichen Beanspruchungen entsprechen, die bei der Kambiumschicht der lebenden Äste auftreten.

Auf den ersten Blick scheint es, dass die zarten und noch nicht verholzten Kambiumzellen kaum imstande sind, starke mechanische Beanspruchungen ohne schweren Schaden zu ertragen. Von ihrer natürlichen Umgebung abgetrennt, würden sie gewiss nicht einem Druck von 30—40 Kilogramm pro cm^2 widerstehen.

Sogar wenn man annimmt, dass die zelluläre Struktur des Holzes, sowie das Deformationsvermögen und die relativ starke Elastizität der lebenden Holzelemente die Art der Übermittlung der Zug-Druckspannungen beeinflussen und ihre mechanische Wirkung gewissermassen vermindern können, so würden nichtsdestoweniger die Zellen der Bildungsschicht Zug- und Druckspannungen unterworfen sein, die den Wert ihres osmotischen Druckes bedeutend übersteigen.

Nach den noch zu spärlichen Bestimmungen, die bisher vorliegen [1]), scheint der osmotische Druck der Kambiumzellen bei einheimischen Bäumen häufig 15—20 Atmosphären zu erreichen. Es ist jedoch nicht wahrscheinlich, dass er diesen Wert während des Wachstums immer besitzt. Sogar wenn wir die oben erwähnten Zahlen für die Biegungsarbeit der horizontalen Äste stark reduzieren, so können wir doch annehmen, die Kambiumzellen, insbesondere diejenigen der untern gedrückten Seite, erleiden eine mechanische Beanspruchung, welche grösser ist als der Wert ihrer osmotischen Spannung.

Anderseits ist es klar, dass die durch den Druck auf der untern Seite verursachten physiologischen Änderungen nicht denjenigen ähnlich sein können, die auf der obern Seite eines wagrechten Astes durch den Längsdruck hervorgerufen werden. [2])

Die grössere Länge der Fasern, bezw. der Tracheiden auf der gespannten Seite und ihre in radialer Richtung mehr oder weniger deutliche Abplattung sind schliesslich leicht begreiflich, ebenso darf man annehmen, dass die abgerundete Querschnittsform der Rotholztracheiden auf der gedrückten Seite der Koniferenäste und ihre geringere Länge eine Gleichgewichtsform verwirklichen, die am besten dem äussern Längsdruck widerstehen kann, dem sie unterworfen sind.

---

[1]) A. Wieler, Beiträge zur Kenntnis der Jahrringbildung und des Dickenwachstums. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 18, 1887, p. 78/88. — A. Winkler, Über den Einfluss der Aussenbedingungen auf die Kälteresistenz ausdauernder Gewächse. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 52, 1913, p. 467.

[2]) Die durch Zug- und Druckspannungen auf den entgegengesetzten Seiten dorsiventraler Koniferenäste verursachten physiologischen Unterschiede werde ich anderswo eingehender behandeln.

Schwieriger ist es hingegen auf den ersten Blick, die Unterschiede zu erklären, die man in der Verholzung und Verdickung der Wände bei den Zug- und Druckfasern beobachtet.

Die Hauptursache dieser Unterschiede besteht meiner Ansicht nach in der ungleichen Permeabilität der Membranen dieser beiden Arten von Fasern, eine Ungleichheit, die mit den Verschiedenheiten ihrer feinen Struktur im Zusammenhang steht. Da die Intensität des osmotischen Austausches in grossem Masse von der Permeabilität der Zellwand abhängt, so darf man annehmen, dass jede tiefe Änderung dieser wesentlichen Eigenschaft die mehr oder weniger lange Lebensdauer des in den sich verholzenden Zellen vorhandenen Plasmas, sowie den Vorgang der Verholzung der Fasern beeinflusst.

Zugunsten dieser Ansicht erwähne ich die Tatsache, dass auf der obern zuggespannten Seite horizontaler Äste zahlreicher Laubhölzer die Kambiumschicht von den vollständig verholzten Schichten meistens durch eine Zone von noch lebenden, unvollkommen verholzten Elementen getrennt ist, die bedeutend breiter ist als auf der untern gedrückten Seite.

Wie wir schon gesehen haben, ist der mechanische Reiz imstande, nicht nur die anatomischen und chemischen Merkmale der Holzfasern, sondern auch ihr Verhältnis zu den andern Elementen des Holzes zu ändern.

Dieses für eine gegebene Art charakteristische Verhältnis, das bei den Stämmen und aufrechten Ästen ziemlich gleich ist, drückt gewissermassen die Beziehung aus, die bei jeder Art zwischen den drei Hauptfunktionen des Holzkörpers, nämlich dem Transport des Wassers und der Mineralien, der Aufspeicherung der Reserve und der Festigung der Pflanze besteht, welche beziehungsweise durch die Gefässe, das Holzparenchym und die Holzfasern vor sich gehen.

Durch jede Ursache, welche die Entwicklung eines dieser Elemente zu ändern vermag, wird in korrelativer Weise unbedingt auch die Bildung der andern beeinflusst.

Die Unterschiede, die beim Zug- und beim Druckholz inbezug auf die Zahl, den Durchmesser und die Verteilung der Gefässe, der Parenchymzellen und der Markstrahlen zum Vorschein kommen, können also ebensowohl durch korrelative Änderungen als auch durch direkten Einfluss des mechanischen Reizes auf diese Elemente zustande kommen.

* * *

Fügen wir noch hinzu, dass die Bildung der Zug- und der Druckfasern, welche immer durch einen mechanischen Reiz, und zwar

meistens durch die antagonistischen Wirkungen von Längszug und -druck verursacht wird, meines Wissens nur bei exzentrisch wachsenden Organen auftritt. (Die Richtung der Exzentrizität kann dabei verschieden sein.) Eine ähnliche anatomische Differenzierung findet hingegen bei den Organen, deren Exzentrizität durch die Wirkung von klimatischen Faktoren bedingt wird, unabhängig von jedem mechanischen Reiz, nicht statt.

Zusammenfassung: Unter dem Einfluss der durch die Schwerkraft verursachten Längszug- und Längsdruckspannungen bilden die horizontalen Äste der Mehrzahl unserer einheimischen Laubhölzer auf der obern Seite ein Holz, welches sowohl in anatomischer, sowie auch in chemischer Hinsicht von demjenigen der Unterseite stark verschieden ist.

Eine ähnliche Differenzierung kann auch unter dem Einfluss anderer Ursachen entstehen, wie durch den Geotropismus oder durch lokale Krümmungen, welche auf zwei entgegengesetzten Seiten der Stämme, Äste oder Wurzeln entweder Längszug- oder Längsdruckspannungen hervorrufen. Bei der Bildung der Zugfasern ist die Wirkung von Längsspannungen immer massgebend, dies aber allerdings nur dann, wenn die Kambiumtätigkeit nicht unter eine gewisse Grenze sinkt und das Dickenwachstum nicht zu langsam vor sich geht.

Die Bildung von typischen Zugfasern kommt nur bei Bäumen zustande und fehlt bei sehr wenigen (u. a. *Tilia* und *Liriodendron*). Bei Sträuchern, Stauden, sowie bei verholzenden einjährigen Pflanzen tritt sie nicht auf.

Sie zeigt sich nur bei exzentrisch wachsenden Organen, kommt aber nicht immer und notwendigerweise bei jedem exzentrischen Wuchs vor.

Die Bildung der Zug- und Druckfasern ist keine spezifische Charaktereigenschaft und kommt nie ohne einen bestimmten mechanischen Reiz vor. Auf keinen Fall kann man ihnen die Bedeutung eines erworbenen und erblich fixierten Artenmerkmales zuschreiben und auch nicht die phylogenetische Bedeutung, die ihnen Metzger beilegt.

Zugholz

auf der oberen Seite eines wagerecht gewachsenen Stammes von *Populus alba* nach einem frischen, mit Chlorzinkjod behandelten Querschnitt.

Von P. Jaccard und Frl. M. Peter gezeichnet.

(Ca. 500fach vergrössert.)

Obere Seite des Stammes.

Druckholz

auf der unteren Seite eines wagerecht gewachsenen Stammes von *Populus alba* nach einem frischen, mit Chlorzinkjod behandelten Querschnitt.

Von P. Jaccard und Frl. M. Peter gezeichnet.

(Ca. 500fach vergrössert.)

Untere Seite des Stammes.

Über einen Unterkiefer von Rhinoceros antiquitatis Blumenb. aus dem Kanton Schaffhausen.

Von

K. Hescheler.

(Als Manuskript eingegangen am 22. März 1917.)

Reste des wollhaarigen Nashorns, Rhinoceros (Coelodonta) antiquitatis Blumenb. (= tichorhinus Cuv.) werden auf schweizerischem Boden nicht allzuhäufig entdeckt, zum mindesten viel spärlicher als die seines Begleiters, des Mammuts, Elephas primigenius Blumenb. Schon aus diesem Grund rechtfertigt es sich, die einzelnen Funde zu beschreiben; im vorliegenden Falle handelt es sich überdies um ein Unterkieferfragment, das wegen seiner relativen Vollständigkeit, der vorzüglich erhaltenen und der Untersuchung vollkommen zugänglichen Zähne und des Stadiums des Zahnwechsels, das es aufweist, spezielleres Interesse verdient. Das Objekt stammt von der Kesslerlochhöhle bei Thayngen und wurde von mir schon 1907 in der Beschreibung der zoologischen Untersuchungsresultate der letzten Ausgrabung kurz erwähnt (Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges., Bd. 43, p. 141). Es gehört zu dem Material vom „Südeingang“, von dem ausdrücklich bemerkt wurde, dass seine Altersbestimmung nicht sicher sei, dass es fraglich erscheine, ob es mit den aus der Höhle selbst entnommenen, durch eine Sinterdecke geschützten Funden in dieselbe Altersstufe zu setzen sei, d. h. dem Ausgang der letzten Eiszeit oder dem Magdalénien angehöre. Neben dem Unterkiefer fand sich ein Scapulafragment von Rhinoceros antiquitatis; auch unter den Funden aus der Höhle selbst sind einige sicher zu bestimmende Reste dieses Tieres erhalten. Schon bei der ersten und zweiten Ausgrabung im Kesslerloch wurden Rhinocerosreste konstatiert und von Rütimeyer und Studer beschrieben, bei der ersten Grabung Reste von 1—2 Individuen, bei der zweiten Grabung eine grössere Anzahl teilweise durch Feuer angebrannter und kalzinierter Knochen von Mammut und Rhinoceros, die in dem Schuttkegel vor der Höhle, zum Teil auf einem alten Feuerherd der Höhlenbewohner, lagen.

Eine Zusammenstellung der in der Schweiz überhaupt gefundenen Reste von Rhinoceros tichorhinus gab Studer (Mitt. d. Naturf. Ges. in Bern 1904 und 1911); die Funde der letzten Grabung vom Kesslerloch sind darin noch nicht erwähnt.

Das hier zu schildernde Unterkieferfragment bestand aus zahlreichen Bruchstücken, von denen ein Teil bereits zusammengefügt worden war, als es in meine Hände kam. 5 Paar Zähne waren vorhanden, je 2 Stücke spiegelbildlich gleich, zu je einer Unterkieferhälfte gehörend; sie lagen alle frei, liessen sich jedoch in eine, zuerst nur supponierte Reihe ordnen, die aber an Wahrscheinlichkeit immer

Fig. 1. Zahnreihe der linken Seite von aussen, von links nach rechts Pm 2 bis M 2.

mehr gewann. Es sind Pm 2, Pm 3, Pm 4, M 1 und M 2 jeder Seite, alle fast unbeschädigt mit Ausnahme von M 1 rechts, welcher an der Wurzel zum Teil zerbrochen ist. Die hintersten Molaren, M 3, fehlen auf beiden Seiten, die zugehörigen Alveolenwände sind teilweise erhalten. Die beiden vordern Prämolaren, Pm 2 und Pm 3, standen bereits im Gebrauch (Pm 1 fehlt im definitiven Gebiss von Rh. antiquitatis), der hinterste Vorbackenzahn, Pm 4, ist im Begriff durchzubrechen, ein Teil des Vorjoches zeigt den Schmelz schon zementfrei. M 1 ist vollständig im Gebrauch, M 2 gerade am Hervorbrechen. Vielleicht lag über Pm 4 noch der Rest des entsprechenden Milchbackenzahns, von dem jedoch nichts erhalten ist. An einem grossen Bruchstück des linken Kieferastes waren noch so viele Reste der Alveolenwände vorhanden, dass sich die Reihe Pm 3 bis M 2 genau einordnen liess und damit die Richtigkeit unserer Deutung

der einzelnen Zähne bestätigt wurde. Die so festzustellende Etappe des Zahnwechsels stimmt durchaus mit den Angaben, die über Rh. tichorhinus vorliegen. Siehe z. B. Blainville, Ostéogr. Mammif. Atlas: G. Rhinoceros Pl. XIII Fig. Paris, 1839—64; Owen, History of Brit. foss. Mammals and Birds, 1846, p. 338; Giebel, Milchgeb. d. Rhin. tichorh. N. Jahrb. f. Min. 1848, p. 28 und spec. p. 32 unten; Meyer, H. v. Die diluv. Rhinoceros-Arten, Paläontogr. Bd. 11, 1864, p. 252; Rausenberger, Ber. Wetterauisch. Ges. Hanau a./M., 1903, p. 50; Studer, Mitt. Naturf. Ges. Bern, 1911, p. 12; Niezabitowski, Rhinoceros von Starunia, Bull. Ac. Sc. Cracovie 1911, p. 252.

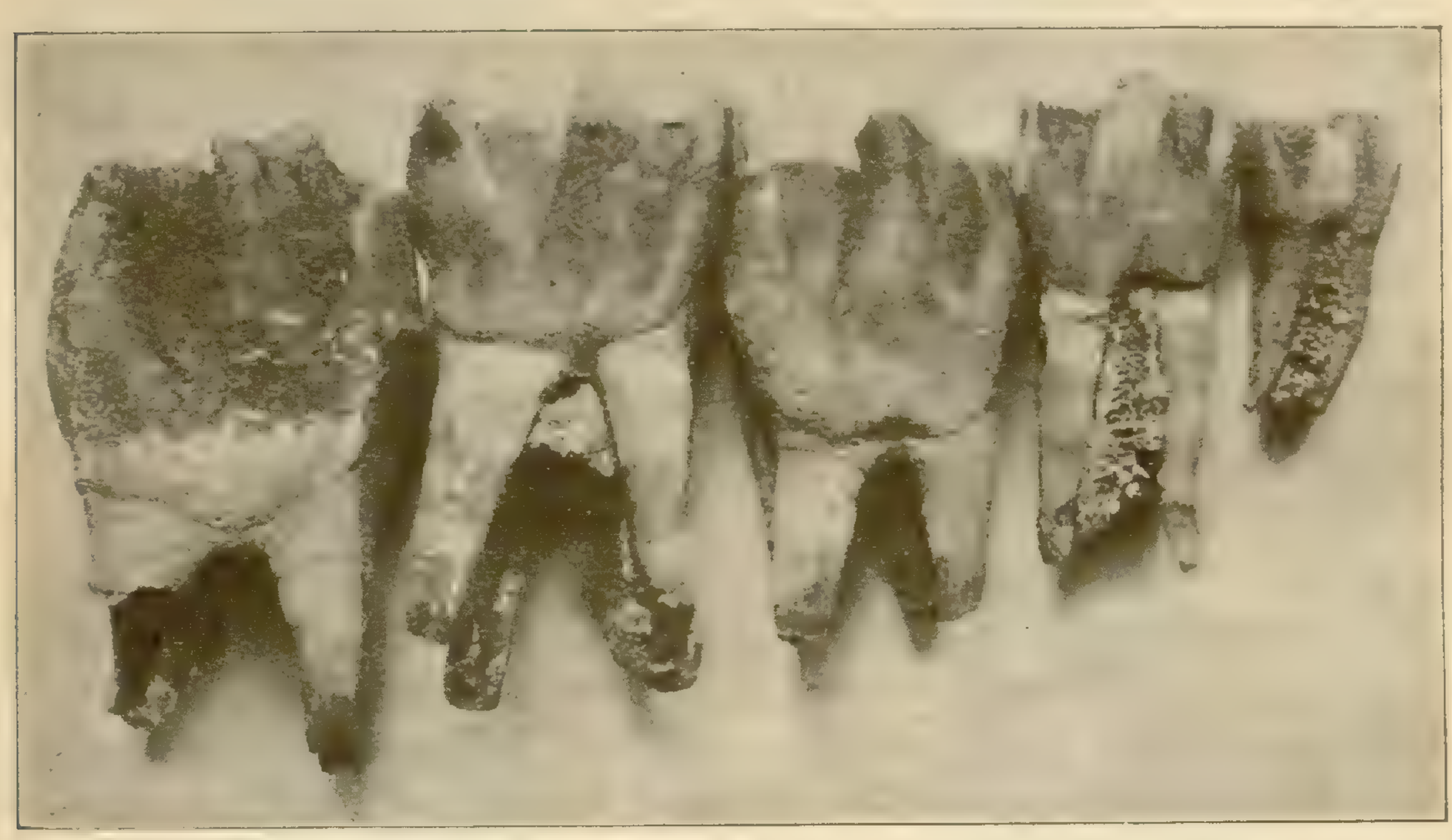


Fig. 2. Zahnreihe der linken Seite von innen, von links nach rechts M 2 bis Pm 2.

Der am meisten abgekaute erste Mahlzahn, M 1, funktioniert schon mit den vier Milchbackenzähnen; von diesen fallen die vordern zuerst aus; M 1 steht dann, wie bei unserem Unterkiefer, mit Pm 2 und Pm 3 zusammen im Gebrauch; dann kommt erst Pm 4 zum Durchbruch und gleichzeitig oder vorher (unsicher, siehe Niezabitowski) M 2.

Der von Studer (1911) p. 13 abgebildete Unterkiefer von Rapperswyl (Bern) ist jünger. An ihm sind noch die vier Milchbackenzähne (d Pm 1 bis d Pm 4) vorhanden, die 3 vorderen stark abgekaut, der 4. noch wenig, der erste Molar steckt noch in der Alveole. Das hier beschriebene Fragment schliesst sich als eine nächstfolgende Etappe des Zahnwechsels an.

Beim Messen der einzelnen Zähne fielen mir die Grössenverhältnisse auf; die meisten Autoren geben kleinere Masse; besonders

starke Differenzen zeigten sich beim Vergleich der Angaben von Tscherski, Mém. Ac. Sc. St-Pétersbourg, t. XL., 1892, p. 385. Da nun die Zähne von Rhinoceros mercki Kaup, das in den ältern Eiszeitperioden verbreitet war und auch in der Gegend von Schaffhausen nachgewiesen ist (Meister, J., Beil. Jahrb. Gymnas. Schaffhausen, 1898), etwas grösser sind als die von Rh. antiquitatis, geriet ich etwas in Zweifel, der deswegen nicht sofort beseitigt werden konnte, weil der Fund, wie oben erwähnt, dem Alter nach nicht sicher zu bestimmen ist. Als ich mich anschickte, die Differenzen zwischen Unterkieferzähnen der beiden diluvialen Nashornarten aus der Literatur festzustellen, ging es mir, wie wohl manchem vor mir, der nicht über ein umfangreiches Vergleichsmaterial verfügte: je weiter man sich in die Literatur vertieft, um so unsicherer wird man. Rhinocerosarten nach Unterkieferresten oder einzelnen Unterkieferzähnen bestimmt zu scheiden, fällt, wie bekannt, allgemein schwer. Obschon jetzt die Zugehörigkeit des hier beschriebenen Fragmentes zu Rhinoceros antiquitatis feststeht, darf ich wohl einiges über die Unterschiede der Unterkieferzähne von antiquitatis und mercki zusammenstellen, indem ich hoffe, damit anderen wieder Mühe zu sparen.

H. v. Meyer (1864), der seine Abhandlung mit vortrefflichen Abbildungen begleitet, schreibt p. 248: „Rhinoceros tichorhinus unterscheidet sich von den übrigen Rhinoceros-Arten schon durch die dicke Lage von Cäment oder Rindensubstanz, welche seine Backenzähne umgibt“. Die hier beschriebenen Zähne vom Kesslerloch weisen im Bereiche der Krone reichlich Zement auf, das sie, solange keine Usurfläche vorhanden ist, ganz umhüllt. p. 249: „Die unteren Backenzähne von Rh. tichorhinus unterscheiden sich nun schon auf den ersten Blick ausser der Rindenbekleidung durch deutlichere Entwicklung des mittleren und des hinteren inneren Hügels, die auch von Einfluss auf die Form der Halbmonde ist“. Ein Vergleich der Abbildungen Taf. XLI (Rh. mercki) und Taf. XLII (Rh. tichorhinus) zeigt die grössere Übereinstimmung der letzteren mit unserem Kieferfragment; man vergleiche namentlich den ersten Zahn der Reihe (Pm 2).

Brandt (Monogr. d. tichorh. Nashörner, Mém. Ac. Sc. St-Pétersbourg, t. XXIV, 1877) hebt die Unterschiede in den Unterkieferzähnen p. 14 und 80 hervor. Besonders fällt noch in Betracht, dass die Unterkieferzähne von Rh. antiquitatis aussen und innen weniger konvex sind als bei Rh. Merckii, dass sie weit tiefere, innen bogenrandige Schmelztäler besitzen.

Die Zähne des Rh. Merckii sind, besonders am Grunde ihrer innern Kronenfläche, stärker angeschwollen. „Ihre Schmelzwände besitzen, der oben S. 15, Zeile 16 gemachten irrtümlichen Angabe

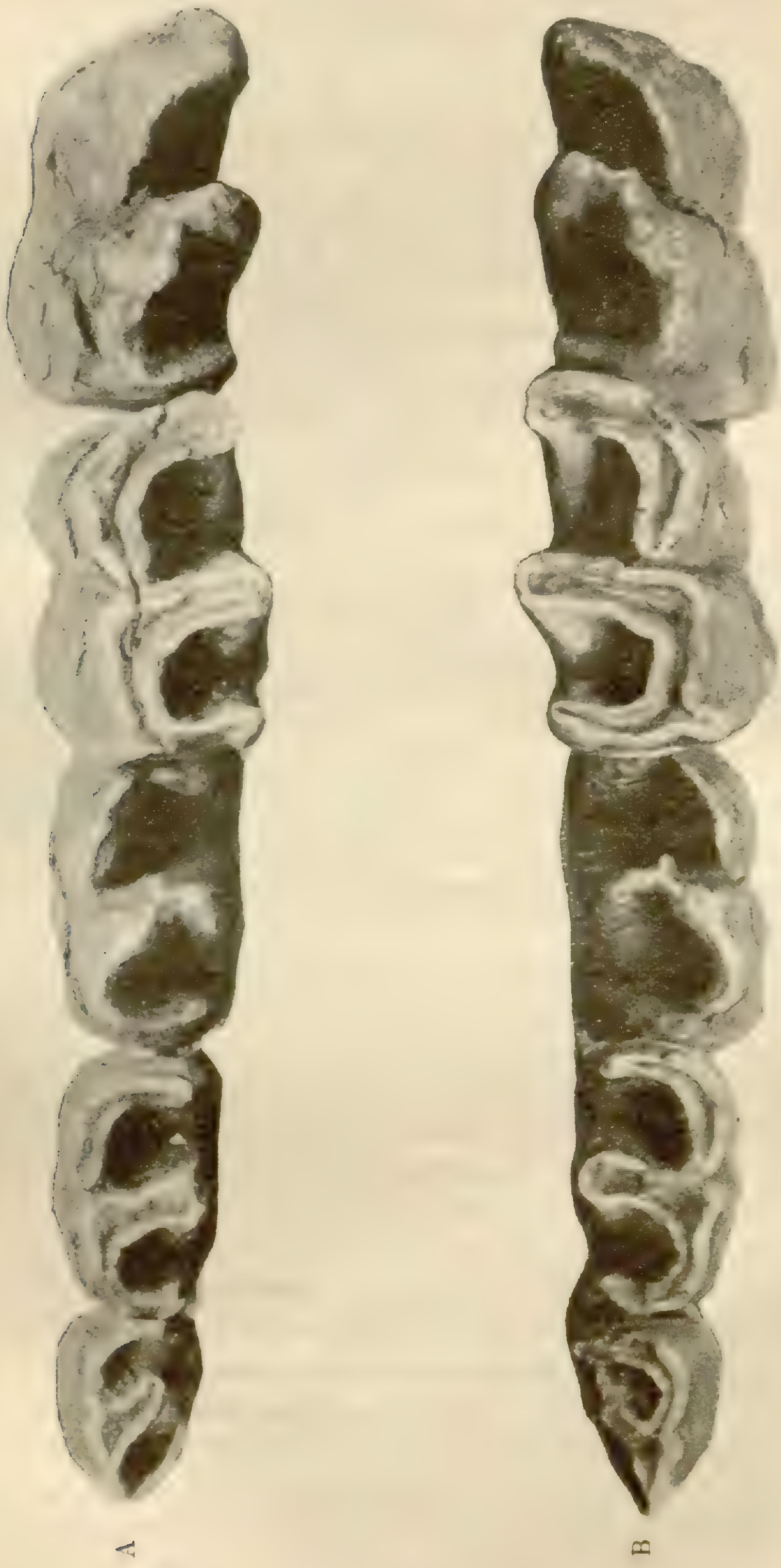


Fig. 3. Zahnreihen der rechten (A) und linken (B) Seite, von oben gesehen, Pm 2 bis M 2.

entgegen, eine etwas geringere Dicke als die des Rhinoceros antiquitatis.“ „Die äussere Fläche der beiden Kronenhälften, von denen die vordere etwas schmäler ist als die hintere, ist stark gewölbt, während beim Rhinoceros antiquitatis die äussere Fläche der Kronenhälften weit weniger gewölbt erscheint und die vordere derselben breiter ist als die hintere.“

Die Merkmale unseres Kiefers stimmen zu antiquitatis.

Hermann, R. (Die Rhinoc.-Arten d. westpreuss. Diluv. Schrift. Naturf. Ges. Danzig, Bd. 13, 1914) fasst das Wichtigste zur Unterscheidung der beiden diluvialen Arten zusammen und erwähnt p. 122 unten „Und ausserdem setzt sich bei Rh. Merckii nach meinen bisherigen Beobachtungen die Furche, die auf der Aussenwand an der Vereinigung von Vorderjoch und Hinterjoch entsteht, bis zur Basis in gleicher Schärfe fort, während sie sich bei Rh. antiquitatis schon in etwa 1 cm Höhe über der Basis stark verflacht und häufig sogar ganz verschwindet“.

Auch dieses Merkmal weist die vorliegenden Zähne zu Rh. antiquitatis.

Nach Hermann hat H. Schröder (Rhinoc. Mercki Jäger von Heggen im Sauerlande, Jhrb. d. k. preuss. geol. Landesanst., Bd. 26, 1905) den knappsten und treffendsten Ausdruck für die Unterscheidung der Unterkieferzähne von Merckii gefunden: „mehr gerundete Umrandung der hinteren und viereckige Gestalt der vorderen Sichel; letztere erscheint schmäler, so dass die Seitenflächen der Zähne auch nach vorn konvergieren“.

In der Tat zeigt sich hierin ein Unterschied zwischen Unterkieferzahnreihen der beiden Arten: bei mercki konvergieren die Seitenränder der Reihen gegen vorn, bei antiquitatis verlaufen sie annähernd parallel. Man vergleiche die Abbildungen bei Blainville, H. v. Meyer, Portis (1878 Palæontogr. 25), J. Meister, Schröder (1903, Abh. preuss. geol. Landesanst., Heft 18).

Ein Merkmal, das Unterkiefer von Rh. tichorhinus und mercki scheiden lässt, liegt in der Gestalt der Symphyse. Brandt führt (Tentamen synops. Rhinoc. Mém. Ac. Sc. St-Pétersbourg, t. 26, 1878, p. 61) diese Differenz sogar in die Diagnose der Arten ein. Er schreibt 1877 (Mém. t. 24) p. 14 von Rh. tichorhinus: „Der freie, vordere, weit niedrigere, an den Seiten geradrandige Teil der Symphyse erscheint als dünnere, etwas längere, breitere, von oben nach unten zusammengedrückte, daher im Querdurchschnitte längliche, auf der untern, fast ebenen Fläche eine zentrale, mehr oder weniger umgekehrt herzförmige Grube bietende Platte, von deren vordern Rande die Backenzähne etwas entfernter stehen“. Bei Rh. Merckii, p. 80:

„Die Symphyse ist am Grunde und in der Mitte viel höher und dicker, die innern Seitenflächen derselben sind schwach eingedrückt, während die Mitte der untern Fläche stumpfkielig vortritt". Siehe auch Tscherski (1892), p. 12, Anmerkg. und Hermann (1914), p. 140, sowie die Abbildungen der Unterkiefer bei Brandt (1849, 1877), H. v. Meyer (1864), Schröder (1903).

Fig. 4. Unterkieferfragment mit Pm 2 bis M 2 links und M 1 und M 2 rechts.

An dem hier beschriebenen Fragment ist die Symphyse stark beschädigt, es fehlt leider der vordere Teil, so dass auch über allfällig vorhandene Schneidezähne oder deren Alveolen nichts gesagt werden kann; aber man sieht an der untern Fläche deutlich den Anfang einer nach vorn ziehenden Vertiefung; jedenfalls ist nichts von einer kielförmigen Erhebung zu konstatieren.

Zuerst war eine vollständige Rekonstruktion des Unterkiefers geplant, die jedoch aufgegeben wurde, weil doch die einzelnen Stücke, besonders die Zähne, für eine spätere Untersuchung als Vergleichsobjekte bedeutend mehr Wert besitzen, wenn sie getrennt bleiben. So wurde nur provisorisch ein Aufbau der Bruchstücke versucht,

wobei diese durch Modellierton zusammengehalten wurden. Auf der rechten Seite sind nur M 1 und M 2 eingesetzt, links dagegen alle vorhandenen Zähne, Pm 2 bis M 2. Siehe Fig. 4. Als das Fragment des aufsteigenden Astes rechts angefügt war, zeigte sich nun deutlich die typische Gestalt des Unterkiefers von Rhinoceros antiquitatis, von der diejenige von Rh. mercki namentlich dadurch abweicht, dass der aufsteigende Ast vorn viel steiler vom horizontalen weg ansteigt. Man vergleiche die Abbildungen bei Brandt (1877), Owen (1846, auch in Zittels Palaeont.), Niezabitowski (1911), Schröder (1903) (Taf. XI, Fig. 3).

Zum Schlusse seien noch einige Masse der Zähne zusammengestellt; weitere Massangaben dürften angesichts des fragmentarischen Charakters des Unterkiefers wertlos sein. Ganz besonderen Dank möchte ich nun noch meinem Freunde und Schüler Herrn Dr. Max Küpfer abstatten, der die wohlgelungenen photographischen Aufnahmen besorgte.

Masse der Unterkieferzähne des Fragmentes vom Kesslerloch.

	Maxim. Länge	Länge in d. Höhe der obern Kante des Vorjochs	Maxim. Breite	Maxim. Höhe	Höhe der Krone aussen
Rechts	mm	mm	mm	mm	mm
Pm 2	25,7	24,6	17,8	55,8	27,8
Pm 3	36,6	34,2	23,2	68,8	45,3
Pm 4	46,2	40,2	29,0	79,8	62,2
M 1	50,7	48,8	33,6	100,8	52,8
M 2	58,7	49,2	32,3	104,4	77,0
Links					
Pm 2	25,9	25,3	18,2	51,2	25,5
Pm 3	36,1	34,4	22,2	75,5	43,0
Pm 4	46,4	41,4	27,8	84,1	61,1
M 1	51,5	50,3	33,8	95,4	49,6
M 2	55,4	50,5	33,4	101,2	72,8

Länge der Zahnreihe (Fig. 3) rechts 208 mm (gemessen in der Höhe der Kaufläche)
links 205 „ „ „ „ „ „ „

Stratiobotanik.[1])

Von

A. Thellung (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 28. März 1917.)

Der Einfluss des Krieges auf die Pflanzenwelt — sicherlich ein hochaktuelles und dankbares pflanzengeographisches Thema! Nur darf man vom Verfasser nichts Unmögliches verlangen und nicht heute schon, wo wir noch mitten in dem furchtbaren Weltkriege drinstehen, eine erschöpfende Behandlung des Stoffes erwarten. Zweck der folgenden Zeilen kann es vielmehr nur sein, die aus früheren und teilweise auch schon aus dem gegenwärtigen Kriege bekannt gewordenen, unser Thema betreffenden Tatsachen — vielfach in neuer Beleuchtung — zusammenzustellen und zum Sammeln und zur Mitteilung neuer Beobachtungen Anregung zu geben. Da seit dem Kriegsausbruch die ausländischen wissenschaftlichen Zeitschriften grösstenteils nur spärlich und unregelmässig eingehen und auch die Referate in den Literaturblättern naturgemäss beträchtlich im Rückstand sind, muss mit der Wahrscheinlichkeit gerechnet werden, dass dem Verfasser einige bereits erschienene Arbeiten entgangen sein werden.[2])

Der Stoff dürfte sich mit Vorteil in folgende Abschnitte gliedern lassen:

I. Der zerstörende Einfluss des Krieges auf die Natur-, Halbkultur- und Vollkulturformationen.

II. Die Schaffung neuer Nebenkulturformationen mit teilweise charakteristischer Flora.

III. Der Einfluss der veränderten wirtschaftlichen Verhältnisse und Bedürfnisse auf die Vollkulturformationen.

I. Schauerlich muss die zerstörende Wirkung des Krieges auf die Vegetation in den Zonen des intensiven Kampfes sein, wo um

[1]) Von *στρατεία* oder *στρατιά* = Heer, Kriegszug. Ich hätte den umfassendern Ausdruck „Polemobotanik“ (*πόλεμος* = Krieg) vorgezogen, musste mich aber durch Umfrage in Freundeskreisen überzeugen, dass das Wort von des Griechischen Unkundigen allgemein missverstanden und im Sinne von „Polemik“ interpretiert wird.

[2]) So war es mir unmöglich, von dem wichtigsten französischen Publikationsorgan, dem Bulletin de la Société botanique de France, die neuesten Jahrgänge einzusehen.

einen Streifen Landes, oft nur um ein paar Grabenstücke, monatelang mit Erbitterung und wechselndem Erfolg gerungen wird. Durch die Anlegung von Schützengräben und Sappen, durch die Explosion von Minen, durch das Einschlagen der Geschosse wird das Erdreich tief durchpflügt und aufgewühlt und die Vegetationsdecke zerstört, dem Erdboden gleich gemacht; herrliche Wälder werden auf zersplitterte Baumstrünke reduziert. Zuweilen ergibt sich auch aus strategischen Gründen die Notwendigkeit, einen Wald, der beispielsweise die Aussicht oder die Aktion der Geschütze eines Dauerforts einschränkt, durch Niederschlagen zu beseitigen, wie dies in der oberbadisch-elsässischen Rheinebene in der Umgebung der Befestigungen des Isteiner Klotzes der Fall war. Indessen stellt diese Zerstörung der Vegetation keine spezifisch-charakteristische Wirkung des Krieges dar. Sie ist vielmehr vergleichbar mit dem Effekt gewisser katastrophaler Naturereignisse, von Waldbränden, Bergstürzen oder Hochwasserschäden, die gleichfalls durch Denudation, Erosion oder Aufschüttung nackten Boden schaffen, oder mit der geflissentlichen Vernichtung der Pflanzendecke, die der Mensch seit Urzeiten unausgesetzt vornimmt, um Raum für seine Kulturen und seine Ansiedelungen zu gewinnen, das Land in Kultursteppe und Kulturwüste umwandelnd. Dagegen kann als ein spezifisches Kriegsphänomen die schädigende Wirkung der beim Platzen von Artilleriegeschossen entstehenden oder in anderer Weise verwendeten giftigen Gase auf gewisse Pflanzenarten gebucht werden. K. Rubner[1]) berichtet über ein von ihm in einem Parkwäldchen bei St. Mihiel in Lothringen beobachtetes, eigenartiges Absterbensphänomen der Fichte *(Picea excelsa)*: anscheinend völlig gesunde Bäume bekommen plötzlich am Gipfeltrieb oder auch an den Seitentrieben der letzten Jahre gelbe Nadeln, die bald abfallen; nach längerer Zeit verliert dann der ganze Baum von oben nach unten immer rascher seine Nadeln, oft auch die Rinde, so dass er schliesslich, völlig abgestorben, als „Baumleiche“ dasteht. Da die betreffenden Bäume meistens Verletzungen durch Schrapnellkugeln bezw. Schrapnellsprengstücke aufweisen, die allerdings an sich viel zu geringfügig sind, um das Absterben der Bäume zu erklären, vermutet der Verfasser als Ursache desselben die schädliche Hitze-, Gas- und Luftdruckwirkung der etwa in der Höhe der Baumgipfel krepierenden Schrapnells auf die jugendlichen, empfindlichen Organe des Baumes (gegen die Wirkung

---

[1]) Rubner, Dr. [K.], Das durch Artilleriegeschosse verursachte Fichtensterben. Mitteil. d. Bayer. Bot. Ges., III. Bd., Nr. 13 (1. I. 1916), 273—276, 3 Textfig. Vergl. auch die frühere Arbeit des gleichen Verfassers: Die Pflanzenwelt der Umgebung von St. Mihiel. Ebenda III. Bd., Nr. 12 (1. X. 1915), 257—259.

der am Boden explodierenden Granaten dürfte die dicke Baumrinde genügenden Schutz bieten), zumal bei Windstille, wenn die Schrapnellwölkchen sich verhältnismässig lange in der Luft halten und allmählich herabsinken und sich ausbreiten. J. P. Hoschedé[1]) beobachtete als vermutete Wirkung der von den Deutschen in der Champagne vorgetriebenen, chlorhaltigen Gaswolken eine intensive Rotfärbung der gemeinen Kiefer *(Pinus silvestris)*, während andere Nadelhölzer *(Pinus maritima* oder *Laricio, Picea excelsa, Juniperus)* nicht angegriffen wurden. Auch zahlreiche andere Pflanzen sollen geschädigt worden sein. Ob die verfärbten Kiefern wieder auszuschlagen vermögen, bleibt abzuwarten; das Holz der dünnen Zweige schien abgestorben.

II. Der Krieg ruft die Bildung neuer „Nebenkulturformationen“ (im Sinne Gradmanns)[2]) hervor, d. h. von künstlichen, vom Menschen geschaffenen Standorten, deren Besiedelung jedoch, im Gegensatz zu den „Vollkulturformationen“, der Natur oder dem unbeabsichtigten Einfluss des Menschen überlassen bleibt. Der moderne, passive Stellungskrieg bringt es mit sich, dass Schützengräben, Stacheldrahtverhaue usw. als Pflanzenstandorte gegenüber früheren Kriegen eine erhöhte Bedeutung erhalten. Ich verdanke der Freundlichkeit von Herrn Oberstabsarzt Dr. Ernst H. L. Krause in Strassburg die Mitteilung einiger persönlicher Beobachtungen über die Flora dieser Standorte, die naturgemäss vorzugsweise aus Brachlandspflanzen besteht, vom deutsch-französischen Kriegsschauplatz: im Frühjahr dominiert um die Stacheldrahtverhaue *Papaver Rhoeas*, im Spätsommer in den Schützengräben *Stachys annuus*. Bleiben die Drahtverhaue längere Zeit unverändert sich selbst überlassen, so tritt alsbald eine natürliche Sukzession ein: die einjährigen Arten verschwinden und werden durch ausdauernde ersetzt; namentlich dominiert *Cirsium arvense*. (Bei diesem Anlass sei noch eine Beobachtung von Dr. Krause mitgeteilt: in den Departementen Aisne und Oise war schon vor dem Kriege eine Anzahl von Fremdpflanzen, die von den französischen Floristen nicht genannt werden, gut eingebürgert; sie werden später wohl fälschlich für Begleiter des Krieges gehalten werden.) Des fernern rekrutiert sich die Flora der Schützengräben aus Pflanzen, deren Früchte oder Samen durch die Truppen selbst — meist unbeabsichtigt — dahin verschleppt worden sind, sei es, dass sie an den Kleidern der Mannschaften hafteten oder mit Heu und Stroh,

---

[1]) Hoschedé, J. P., Action des gaz asphyxiants sur les Pins. Le Monde des Plantes, 18e année (2e sér.), Nr. 100 (Mai 1916), 15.

[2]) Gradmann, R., Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alb, I (1898), 208; 2. Aufl., I (1900), 218.

mit Liebesgaben aller Art aus dem fernen Hinterland und dergleichen dahin gelangten; auch aus verwelkten Blumensträussen, die die frisch anrückenden Truppen aus weiter Ferne an ihren Kappen mit sich tragen, dürfte mancher keimfähige Same ausfallen [1]). — Durch das Mittel des Proviant- und Fouragetransportes waren die Kriegszüge sicherlich zu allen Zeiten eine Ursache der Wanderung von Pflanzen, die sich an Truppenlagerstellen ansiedelten; die überwiegende Mehrzahl dieser Fremdlinge verschwindet jeweils nach kurzer Zeit spurlos, von der einheimischen Vegetation überwuchert und erstickt, aber einzelne Arten gelangen doch zu dauernder Einbürgerung. So wird das Vorkommen der Kruzifere *Euclidium syriacum* im Prater von Wien auf Einschleppung durch die Türken zurückgeführt [2]). Nach den Feldzügen der napoleonischen Zeit [3]) sah man an ver-

[1]) Vergl. Staby, Dr. Ludwig, Tier- und Pflanzenwanderungen im Kriege. Münchner Neueste Nachrichten, Samstag, 7. August 1915, Morgenblatt. — Rublič, Jos., Wanderungen von Pflanzen im Kriege. Mitteil. der k. k. Gartenbau-Gesellschaft in Steiermark, 41. Jahrg., Nr. 9 (Sept. 1915), 125—128.

[2]) F. Zimmermann in Mitteil. d. Bayer. Bot. Ges., III. Bd., Nr. 15 (1916), 321 (ohne Quellenangabe). — Die Sache klingt fast ein wenig zu schön, um unbedingt wahr und richtig zu sein. Immerhin mag die Möglichkeit zugegeben werden dass die Pflanze in Nieder-Österreich durch die Türken anlässlich der zweiten Belagerung von Wien (1683) eingeschleppt worden sein könnte. Die älteste Nachricht über ihr spontanes Vorkommen in Mittel-Europa — sie befand sich schon früher in Kultur in botanischen Gärten — treffen wir nämlich bei Boccone, der sie (Mus. piant. rar. [1697], 135, t. 98 als „Thlaspi fruticosum Moravicum, affine Thlaspide Hierico Sylvestre") aus Mähren angibt: „Cresce nella Moravia 5. leghe Tedesche in circa distāte da Felisburg. Città spettante al Sig. Principe Io: Adamo de Liectenstein, per andare a Vienna per Strada maestra in luoghi più tosto fangosi, che sterili". Einen Ort „Felisburg" (De Candolle, Syst. II [1821], 422 macht daraus gar „Folisburg" in „Moldavia") vermag ich nicht zu finden; sollte vielleicht, da Boccone gleich nachher von Nikolsburg spricht, der unweit davon (heute in Nieder-Österreich, nahe der mährischen Grenze) gelegene Ort Feldsberg gemeint sein? Jacquin (Enum. stirp. Vindob. [1762]) erwähnt die Pflanze nicht; Crantz (Class. Crucif. [1769], 102 sub *Myagro syriaco*) gibt an: „Nuper in Austriae viis an sata?" und (Stirp. Austr. ed. 2, I [1769], 7, sub *Anastatica hierochuntica*): „crescit secus vias in arenosis eundo in Simmeringer Wiesen", während Jacquin 1773 (Fl. Austr. I, 7—8, t. 6 sub *Anastatica syriaca*) die Pflanze schon als ziemlich verbreitet kennt: „crescit in foveis siccis ad aggeres inque vicinis, non tantum in Austria, sed in adjacentibus plerisque provinciis", nachdem sie im Jahre zuvor Scopoli (Fl. Carn. ed. 2, II [1772], 11 t. 35 sub *Myagro rostrato*) von Triest angegeben hatte; dagegen nennt Schultes (Oestr. Fl. II [1794], 83 sub *Anastatica syriaca*) hinwiederum nur den Fundort „Simmeringer-Wiesen".

[3]) Die alte Angabe, dass *Galinsoga parviflora*, das „Franzosenkraut", durch die Franzosen-Invasion im Jahre 1807 nach Preussen eingeschleppt worden sei, gehört ins Reich der Fabel; die Pflanze ist in Frankreich anscheinend nie ausserhalb der botanischen Gärten vorgekommen, und auch die ersten Vorkommnisse in Deutschland sind auf Verwildern aus solchen zurückzuführen. Der Name „Franzosenkraut" hat nur insofern einen Sinn, als die Pflanze zuerst (1785) aus Peru in den Pariser botanischen Garten eingeführt wurde und sich von hier aus über die botanischen und Liebhaber-Gärten eines grossen Teiles von Europa verbreitet hat. Vgl. Thellung in Allg. bot. Zeitschr. XXI (1915), 6, 16.

schiedenen Orten, wo Kosaken kampiert hatten, südrussische Pflanzen auftreten; so die Kruzifere *Bunias orientalis*, die von 1814 an bis 1860 vor den Toren von Paris im Bois des Boulogne eingebürgert war[1]), ebenso gilt die auf der Sanddüne von Oftersheim bei Schwetzingen in Baden seit 1814 eingebürgerte Chenopodiacee *Corispermum Marschallii* als Hinterlassenschaft einer damals an jener Stelle kampierenden Kosakentruppe[2]). Bei Vercelli in der Lombardei zeigten sich nach 1859 französische und algerische Fremdpflanzen, die mit Fourage (Heu) der französischen Kavallerie dorthin verschleppt worden waren.[3]) Das grossartigste Beispiel dieser Art aber bietet die „Belagerungsflora" *(Florula obsidionalis)* von Paris, die sich im Gefolge des deutsch-französischen Krieges von 1870/71 einstellte, und deren genaue Untersuchung und Bekanntgabe wir Gaudefroy und Mouillefarine[4]) verdanken. Im Jahre 1871 entwickelte sich dank einem besonders warmen Frühjahr und Sommer an den (zeitweise) von den französischen Truppen besetzten Stellen in der Umgebung von Paris, vorzugsweise in der Ebene von Bruyères-de-Sèvres und am Mont Valérien, eine üppige, exotische Vegetation aus mediterranen Arten, die durch Pferdefutter für die französische Armee, grösstenteils aus Algerien, ganz ausnahmsweise auch aus Italien und Sizilien, eingeschleppt worden waren. Die Aufzählung enthält 190 Spezies; darunter dominieren auffallend die Leguminosen (mit 58 Arten), die Kompositen (39) und die Gramineen (32), während auf die übrigen Familien zusammen nur 64 Arten entfallen. Die Vertreter einzelner Gattungen *(Medicago, Melilotus, Trifolium, Anthemis, Ormenis, Anacyclus, Bellis)* traten in einer Individuenzahl und Üppigkeit auf, die völlig an die natürlichen Verhältnisse in ihrer Heimat erinnerten, wie denn auch die ganze Aufzählung eine weitgehende Übereinstimmung mit Herborisationslisten aus Algerien aufweist. Besonders reich waren naturgemäss diejenigen Fundstellen, an denen längere Zeit Pferde gestanden hatten. An den Orten der Besetzung durch die deutsche Armee fanden sich nur ganz wenige fremde Arten: *Vicia villosa*, *Lepidium perfoliatum*, sowie eine ungewöhnlich

---

[1]) Schleiden, Die Pflanze und ihr Leben (1841), 279; Schoenfeld in Bull. Soc. bot. France VIII (1861), 365 not. (1).

[2]) Schleiden a. a. O.; F. Zimmermann, Die Adventiv- und Ruderalflora von Mannheim, Ludwigshafen und der Pfalz (1907), 24—25, 77.

[3]) A. Gras in Bull. Soc. bot. France VIII (1861), 684—689; Cesati in Linnaea XXXII (1863), 245.

[4]) Gaudefroy, Eugène et Edmond Mouillefarine. Note sur des plantes méridionales observées aux environs de Paris *(Florula obsidionalis)*. Bull. Soc. bot. France, XVIII (1871), 246—252; Journ. of Bot. I (1872), 339—344. — Id., La Florule obsidionale des environs de Paris en 1872. Bull. Soc. bot. France, XIX (1872), 266—277.

grosse Menge von Erbsen *(Pisum sativum)* und Linsen *(Lens culinaris)*. Die ergänzende Liste von 1872 erwähnt auch osteuropäische Arten (z. B. *Sisymbrium Loeselii* und *altissimum*), die vermutlich aus Odessaner Hafer entstammten. Eine dauernde Bereicherung der Flora von Paris scheint dieser fremde Pflanzensegen jedoch nicht zur Folge gehabt zu haben, und so rasch er gekommen war, so rasch verschwand er in der Folge wieder bis auf ganz vereinzelte Reste — eine kurze, aber um so glänzendere Episode der Florengeschichte von Paris, die uns durch die Arbeit der genannten Forscher in einem Momentbilde erhalten geblieben ist. — Ähnliche Erscheinungen wurden auch aus andern Teilen von Zentral- und Ost-Frankreich gemeldet.[1]) In der Umgebung von Orléans (Depart. Loiret), besonders auf dem Exerzierplatz und beim Bahnhof, beobachtete Nouel[2]) in den Jahren 1871 und 1872 124 südeuropäische und algerische Fremdpflanzen (vorzugsweise Leguminosen, Gramineen und Kompositen). Etwa die Hälfte der Arten wurde nur 1871 gefunden, und von den Überlebenden war der Grossteil im Jahre 1872 nur in kümmerlichen, schon den Stempel des Todes auf sich tragenden Exemplaren vorhanden; nur fünf Spezies *(Berteroa incana, Rapistrum rugosum, Melilotus sulcatus, Trifolium resupinatum* und *Vulpia ligustica)* befanden sich in einem Zustand, der einen längern Fortbestand erwarten liess. — Im Departement Loir-et-Cher konstatierte A. Franchet[3]) 199 fremde Arten, überwiegend Leguminosen und Gramineen, die grösstenteils (mit Fourage eingeführt) aus dem Mittelmeergebiet stammten, während für einige wenige ausgesprochen zentral- und osteuropäische Spezies die Einschleppung mit österreichischem oder russischem Hafer anzunehmen war (z. B. *Sisymbrium altissimum, Brassica elongata, Berteroa incana, Silene dichotoma, Salvia verticillata, Anthemis tinctoria*). Endlich liegen noch analoge Beobachtungen aus der Franche-Comté durch Paillot und Vendrely[4]) vor: auf Ödland in der Umgebung des Bahnhofs von Besançon wurden im Jahre 1871

---

[1]) Vgl. M. de Vibraye, Sur l'apparition spontanée en France de plantes fourragères exotiques, à la suite du séjour des armées belligérantes. Comptes rendus Acad. Par., tome LXXIV, séance du 27 mai 1872.

[2]) M. Nouel, Notice sur un certain nombre de plantes adventices qui ont été recueillies à Orléans, dans l'année 1871. Mém. Soc. d'Agric., Sc., Belles-Lettres et d'Arts d'Orléans, t. XIV (1872), 4 pp. — Id., Deuxième note sur les plantes adventices importées aux environs d'Orléans par les fourrages de la guerre. Ibid., t. XV (1873), 6 pp.

[3]) Adrien Franchet, Sur une florule adventice observée dans le département de Loir-et-Cher en 1871 et 1872. Bull. Soc. bot. France XIX (1872), 195—202.

[4]) J. Paillot et X. Vendrely, Flora Sequaniae exsiccata, in Mém. Soc. Emul. Doubs 4e sér. V, 1870—1871 (1872), 89—100 («Note sur des plantes transportées par le mouvement de nos troupes en 1870—1871»); VI, 1872 (1873), 516—518.

zirka 130, im Jahre 1872 zirka 60 weitere Fremdpflanzen gezählt, deren Einschleppung mit grösster Wahrscheinlichkeit den Truppenbewegungen zuzuschreiben ist. Es sind zum grössten Teil die gleichen Arten, die auch in den vorhergehenden Aufzählungen figurieren; eine Anzahl derselben hat sich während mehrerer Jahre gehalten. — Aus dem gegenwärtigen Weltkriege ist mir erst eine entsprechende Beobachtung von der osteuropäischen Kampffront bekannt geworden: J. Rublič[1]) traf in Ožena (südlich von Gorlice in Galizien) an der Stelle eines längst verlassenen russischen Lagers, offenbar an einer ehemaligen Fouragefassungsstelle, eine Anzahl fremder Pflanzen an, die leider nicht bestimmt wurden. — In neutralen Ländern, die sich an der Menschenschlächterei nicht beteiligen, kann es an Stelle einer „Kampffrontflora“ zur Bildung einer analogen Erscheinung: einer „Grenzbesetzungsflora“ kommen. Im Tale von Delémont im schweizerischen Jura, besonders um Varnet, Neucul, La Croisée, Les Rondez und Le Haut Fourneau, zeigten sich nach der Feststellung von Koby[2]) in den Jahren 1871 und 1872 an Stellen, wo sich Stroh- und Heumagazine der Schweizerischen Truppen befunden hatten, etwa 30 zumeist einjährige, der Gegend fremde Arten, von denen einige wenige (*Adonis flammeus*, *Fumaria Vaillantii* var. *Laggeri*, *Camelina microcarpa*, *Potentilla recta*, *Scleranthus „biennis“*, *Galium tricorne* und *Anthemis tinctoria*) sich eine Zeit lang an Ort und Stelle erhielten, während *Salvia verticillata* sich sogar stark vermehrte und wohl zu einer dauernden Neuerwerbung der dortigen Lokalflora geworden ist. — Aber auch fern von der Front, im Hinterlande, können durch den Durchzug von Truppen „Mobilisationsfloren“ zustande kommen. H. Léveillé[3]) traf im Mai 1915 auf dem Militär-Bahnsteig in Le Mans *Sisymbrium altissimum*, *Camelina sativa* und *Cynosurus echinatus* an, die zweifellos von Militärzügen herrührten. Hier mag auch eine „Pferdemusterungs-Florula“ erwähnt werden, die P. Amandus [Wiprächtiger] (nach Aufzeichnungen in seinem Herbar) im Juli 1915 auf der Sagenmatt bei Schwyz an der Stelle der im August 1914 vorgenommenen Mobilisations-Pferdeschatzung beobachtete: *Triticum aestivum* (*vulgare*), *Vicia sativa* cf. var. *nemoralis*, *V. pannonica* var. *purpurascens*, *Lathyrus Aphaca* und *hirsutus*, *Legousia (Specularia) Speculum Veneris* und *Anthemis Cota*. — Von besonderem Interesse sind

[1]) A. a. O. (1915; vgl. S. 330, Fussn. 1), 128.

[2]) Fr. Koby, La guerre franco-allemande et la flore de la vallée de Delémont. «L'Émulation jurassienne» (Delémont) I (1876). 26—28.

[3]) H. Léveillé, Plantes introduites. Le Monde des Plantes, 17e année (2e ser.), No. 95 (Juillet 1915), 15.

jedoch einige indische Fremdpflanzen, die F. Coste[1]) 1915 im Parc Borély in Marseille sammelte. Es war vorauszusehen[2]), dass die in Frankreich gelandeten exotischen Hilfstruppen der Ententemächte, zumal die Indier, die ja ihre eigenen Haustiere mit sich führten, auch in der Pflanzenwelt sichtbare Spuren ihres Durchzuges hinterlassen würden. Im Winter 1915/16 erhielt ich die fraglichen Adventivpflanzen (ohne Angabe ihrer vermutlichen Herkunft) zur Bestimmung und wunderte mich nicht wenig über die bald zu Tage tretende indische Provenienz, die ja unter den europäischen Adventivpflanzen sehr selten (meines Wissens nur bei den Verunreinigungen von altweltlich-tropischer Ölsaat) vertreten ist (ich dachte an die Möglichkeit einer Einschleppung mit indischen Zier- oder Nutzpflanzen), bis die im Herbst 1916 erschienene Publikation von F. Coste die Aufklärung brachte, dass 1914 und 1915 auf dem Rennplatz im Parc Borély indische Truppen kampiert hatten. Die wichtigsten Arten dieser indischen Kolonie sind: die Gramineen **Andropogon caricosus* subsp. *mollicomus*, **Themeda quadrivalvis* (= *Anthistiria ciliata*), *Cenchrus echinatus* und *Dinebra retroflexa* und die Komposite **Myriactis javanica*; die drei durch einen vorgesetzten Stern (*) gekennzeichneten Arten sind fast völlig auf das ostindische Florengebiet beschränkt (mithin zuverlässige Provenienz-Indikatoren) und meines Wissens neu für Europa, die zwei anderen zeigen eine weitere Verbreitung in den altweltlichen Tropen (*Cenchrus* auch in Amerika) und sind in Europa schon früher mit Wolle bezw. Ölsaat eingeschleppt beobachtet worden.[3])

III. Eine ungeahnt tief umgestaltende Wirkung übt der Krieg auf alle Zweige des menschlichen Lebens aus. Industrien, die vor dem Kriege florierten, liegen heute aus Mangel an Abnehmern oder an Exportmöglichkeit oder auch an Rohstoffen völlig brach; andere, die früher wegen der Konkurrenz und Unterbietung durch das Ausland ein kümmerliches Dasein fristeten oder sich auf dem Aussterbeetat befanden, gelangen jetzt zu höchster Bedeutung. Abgesehen von der Erzeugung von Kriegsmaterial, macht sich in Technik und Industrie in steigendem Masse das Bestreben, ja die gebieterische Notwendigkeit geltend, das Land von der mehr und mehr erschwerten Zufuhr

---

[1]) F. Coste, Localités nouvelles de diverses espèces adventices aux environs de Marseille. Le Monde des Plantes, 18e année (2e sér.), No. 103 (Nov. 1916), 33—34.

[2]) Vergl. A. Thellung in Englers Bot. Jahrb. LIII, Heft 3—5, Beibl. Nr. 116 (1915), 47.

[3]) Eine neue Pflanzensendung von Herrn F. Coste (April 1917) ergab abermals zwei indische Fremdlinge: *Ipomoea hispida* (= *eriocarpa* = *sessiliflora*) und *Amarantus angustifolius* var. *polygonoides*, beide altweltlich-tropisch und bereits in Deutschland mit ostindischer Ölsaat eingeschleppt beobachtet.

von aussen möglichst unabhängig zu machen, um so das wirtschaftliche „Durchhalten“ zu ermöglichen. In diesem Sinne haben auch die Probleme der praktischen Botanik[1]) eine Umwertung erfahren. Vom pflanzengeographischen Standpunkt interessiert uns besonders der Einfluss des Krieges auf die ökonomische Botanik bezw. auf die Kulturformationen. Nicht in letzter Linie in den neutralen Ländern, in denen zufolge der Absperrung des Verkehrs die Nahrungsmittelknappheit nicht geringer ist als bei den Kriegführenden, zeigt sich die Notwendigkeit, die Vollkulturformationen (Gemüse- und Ackerland) auf Kosten der Nebenkulturformationen (des Ödlandes) zu vermehren; ist doch ein intensiverer Betrieb der landwirtschaftlichen Produktion, besonders die Ausdehnung des Anbaues von Feld- und Gartenfrüchten (speziell der unentbehrlich gewordenen Kartoffeln), gegenwärtig auch z. B. in der Schweiz eine der brennendsten Lebensfragen, und selbst die Schuljugend soll zu dieser „Zivilmobilisation“ herangezogen werden. Aber auch in qualitativer Hinsicht macht sich der Einfluss der Kriegslage auf die Kulturformationen geltend: manche vergessene und heute verschmähte Nutz- oder Gewürzpflanze wird jetzt nicht nur im wildwachsenden Zustand wieder gesammelt, sondern auch an Stelle von nutzlosen Ziergewächsen in Kultur genommen; endlich wird auch ernstlich vorgeschlagen, angesichts der Knappheit der vom Ausland importierten, auf chemischem Wege hergestellten Arzneimittel einheimische Arzneipflanzen im Grossen anzubauen. Dieses uferlose Kapitel über die Veränderungen der ökonomischen Botanik weiter im Detail auszuführen, würde den Rahmen der vorliegenden kleinen pflanzengeographischen Studie weit überschreiten; die wenigen gemachten Andeutungen mögen für unsere Zwecke genügen.

Nachtrag zu S. 328/9. Über die absichtliche Niederlegung der Wälder durch Franzosen und Deutsche im Gebiete zwischen Paris und der Kampffront vergl. Mitteil. d. Deutsch. Dendrol. Ges. 1915, 317/8; über die vernichtende Wirkung der giftigen Gase und der Geschossverletzungen auf die Vegetation: ebenda S. 315/7.

---

[1]) Über neue, durch den Krieg hervorgerufene oder aktuell gewordene Probleme der angewandten Botanik vergl. den Sammelbericht „Angewandte Botanik“ von Dr. K. Müller in Naturw. Wochenschr. N. F. XVI (1917), Nr. 8, 97—105, ferner z. B.: A. Tschirch, „Kriegsbotanik“ (Vortrag Pharmaz. Ges. Berlin; Borntraeger [1916?]).

Über den Ursprung der apogamen Angiospermen.

Von

Alfred Ernst.

(Als Manuskript eingegangen am 11. April 1917.)

Apogamie, d. h. Verlust der geschlechtlichen Fortpflanzung und Ausbildung von Samen ohne Befruchtung, ist bei Angiospermen weit verbreitet. Der spontanen Embryo- und Endospermbildung ihrer Samenanlagen gehen bei allen Apogamen zahlreiche andere Abweichungen in den Fortpflanzungsvorgängen voraus. Besonders häufig sind z. B. das Zurücktreten oder völlige Verschwinden männlicher Individuen bei diöcischen Arten, die Verkümmerung der Antheren in Zwitterblüten, schlechte Ausbildung des Pollens und Unfähigkeit desselben zur Keimung. Unter den Abweichungen vom normalen Entwicklungsverlauf von Frucht und Samenanlage ist das Verhalten der Embryosackmutterzelle am wichtigsten. Ihre Tetradenteilung ist verkürzt oder fällt ganz aus, bei der Teilung ihres Kerns unterbleibt in der Regel die Chromosomenreduktion. Der bei den normal geschlechtlichen Arten mit dem Generationswechsel verbundene Wechsel in der Chromosomenzahl unterbleibt. Abgesehen davon, dass die Kerne des Embryosackes nicht die normale haploide, sondern die diploide Chromosomenzahl aufweisen, findet dessen Entwicklung bis zum achtkernigen Stadium in der Regel auch bei den Apogamen nach dem gewöhnlichen Schema der Angiospermen statt.

Embryo- und Endospermbildung sind unabhängig von den Vorgängen der Befruchtung, die Fruchtbildung in der Regel auch unabhängig von der Bestäubung. Der Embryo der apogam entstehenden Samen geht in der Regel aus der unbefruchteten Eizelle hervor (ovogene Apogamie), doch sind in einzelnen Fällen auch andere Zellen des Embryosackes zur Embryobildung befähigt (vegetative Apogamie). Die Endospermbildung wird durch die spontane Teilung der beiden Polkerne oder ihres Vereinigungsproduktes eingeleitet.

Speziell für die Angiospermen ist die Ursache der Apogamie schon häufig diskutiert worden. In Anlehnung an die 1878 von DE

Bary geäusserte Vermutung, dass Pflanzen mit völligem Ersatz geschlechtlicher Fortpflanzung durch Apogamie eine morphologische Degradation erfahren hätten und „in ein letztes Stadium ihrer Existenz, in den Beginn allmählichen Aussterbens getreten seien", hat man auch das Vorkommen von Apogamie bei Angiospermen mit Degenerationsvorgängen in Verbindung zu setzen versucht und diese wiederum als Folgen von Änderungen in den äusseren Bedingungen aufgefasst.

Später haben die Ergebnisse cytologischer Untersuchungen, im besondern der Nachweis von relativ hohen Chromosomenzahlen bei einigen Apogamen, das Ausbleiben der Chromosomenreduktion bei der Teilung ihrer Embryosackmutterzelle, Anlass gegeben, zwischen Apogamie und Chromosomenzahl der Kerne Beziehungen anzunehmen, die kausaler Natur sein könnten. Ferner ist ein Zusammenhang zwischen Entstehung von Apomixis und einer vorausgegangenen Schwächung oder einem gänzlichen Verlust der Sexualität angenommen worden, und ihr Auftreten bei einigen diöcischen Arten führte zu Überlegungen, ob nicht die apomiktische Fortpflanzung auch von einer Trennung der Geschlechter ursächlich ausgehen könnte. Schliesslich ist zu Erklärungsversuchen der Apogamie auch der Umstand herangezogen worden, dass sich eine ganze Anzahl von Fällen apomiktischer Fortpflanzung in polymorphen Verwandtschaftskreisen vorfinden. Es würde zu weit führen, hier auf diese bisherigen Ansichten und Hypothesen über die Ursache der Apogamie eingehend einzutreten. Eine ausführliche Besprechung und Kritik derselben ist bereits im achten Kapitel der Winkler'schen Studie[1]) über „Parthenogenesis und Apogamie im Pflanzenreich" enthalten. Prinzipiell neue Ansichten und Hypothesen sind seither über Ursache und Auslösung der habituellen Apogamie nicht mehr veröffentlicht worden, und noch heute gelten die Worte, mit denen Winkler seine Ausführungen über die Ursachen von Parthenogenesis und Apogamie geschlossen hat: „Nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse können wir also über die Faktoren, die phylogenetisch die Einführung der habituellen Parthenogenesis oder Apogamie bewirkt haben, ebensowenig etwas Sicheres aussagen als über die Natur der Reizvorgänge, die jeweils im Verlaufe der Ontogenese sie auslösen". So sind wir bis jetzt von einer einwandfreien Erklärung der habituellen Apogamie noch weit entfernt. Es lagen auch, was einer Lösung dieser Fragen

[1]) Winkler, H., Über Parthenogenesis und Apogamie im Pflanzenreiche. Progr. rei bot., II, 1908, S. 293—454.

wahrscheinlich besonders hinderlich gewesen ist, unter den bisherigen Hypothesen kaum eine oder zwei vor, welche einigermassen gangbare Wege zur experimentellen Erforschung der Apogamie gewiesen hätten.

Bei Untersuchungen an *Chara crinita*, dem berühmten Beispiel der Parthenogenesis im Pflanzenreich, bin ich zur Feststellung gekommen, dass auch bei dieser Pflanze nicht wahre Parthenogenesis, sondern ähnlich wie bei den apogamen Angiospermen Geschlechtsverlust und apogame Entwicklung diploidkerniger Eizellen vorliegt.[1]) Ziel meiner weiteren Untersuchungen ist, nachzuweisen, dass die apogame *Chara crinita* ein Artbastard ist.

Diese Auffassung, deren Begründung an anderer Stelle gegeben wird, führte von selbst zur Prüfung der Frage, ob auch für die bis jetzt bekannten Beispiele der Apogamie im Pflanzenreich hybrider Ursprung möglich sein dürfte. Das ist der Fall, und im nachfolgenden möchte ich in gedrängtester Darstellung, in Form von Thesen zeigen, dass eine grosse Anzahl bisheriger Untersuchungsergebnisse durchaus für die Ausdehnung der Hypothese vom hybriden Ursprung der Apogamie auf die apogamen Angiospermen sprechen. Soweit es auf einigen Seiten möglich ist, sei dargelegt, dass

1. schon früher in einigen Verwandtschaftskreisen apogamer Angiospermen Beziehungen zwischen Apogamie und Bastardierung angenommen, direkt oder indirekt nachgewiesen worden sind,
2. eine ganze Anzahl der Anomalien in den Fortpflanzungsvorgängen der Apogamen mit denjenigen steriler Hybriden übereinstimmen, und
3. die Änderungen in den Chromosomenzahlen der Apogamen gegenüber den nächstverwandten sexuellen Formen ganz gleicher Art sind wie diejenigen einzelner Bastarde im Verhältnis zu ihren Eltern.

I. Über die Möglichkeit experimenteller Erzeugung von Bastard-Apogamie in einigen Verwandtschaftskreisen der Angiospermen.

Für einige polymorphe Verwandtschaftskreise der Angiospermen, denen apogame Formen angehören, ist bekannt, dass sie auch zahlreiche natürliche Bastarde aufweisen und experimentell besonders leicht Bastarde ergeben. Für die experimentelle Feststellung von Bastardierung als Ursache der ovogenen Apogamie und verwandter

---

[1]) Ernst, A., Experimentelle Erzeugung erblicher Parthenogenesis. Zeitschr. f. induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, **17**, 1917, S. 203—250.

Vorgänge scheinen mir die Gattungen *Antennaria*, *Alchemilla* und *Hieracium* besonders günstig zu sein.

1. Für *Antennaria alpina* ist Ovoapogamie die ausschliessliche Fortpflanzungsart. Der Entwicklungsgang ihrer Samenanlagen unterscheidet sich von demjenigen der *A. dioica* durch den Ausfall der Tetraden- wie der Reduktionsteilung. Die Ausbildung des weiblichen Gametophyten und damit der Eizelle erfolgt mit der Chromosomenzahl des Sporophyten. Diese ist bei *Antennaria alpina* auf das Doppelte der diploiden Zahl von *A. dioica* erhöht.

2. Neben ovoapogamen weiblichen Pflanzen von *A. alpina* treten gelegentlich männliche Pflanzen auf. Es ist daher wahrscheinlich, dass auch *A. alpina* von einer Form abzuleiten ist, welche wie die anderen Antennarien männliche und weibliche Individuen gehabt haben muss. Aus der Funktionsunfähigkeit der sporadisch auftretenden männlichen Pflanzen und der Übereinstimmung der Degenerationserscheinungen ihrer Staubblätter mit denjenigen von Hybriden hat schon JUEL den Schluss gezogen, dass *A. alpina* eine Hybride sein könnte. Auf Grund der Überprüfung morphologischer Merkmale, der horizontalen und vertikalen Verbreitung, sowie der Blütezeit der im Verbreitungsgebiet der *A. alpina* vorkommenden weiteren Arten hat er als ihre Eltern vor allem *A. dioica* (L.) Gärtn., *A. carpathica* (Wg.) Bl. u. Fing. und *A. monocephala* (Torr. et Gr.) DC. vermutet.

3. Die Feststellung ovoapogamer und befruchtungsbedürftiger Formen von *Chara crinita* regt zur Prüfung der Frage an, ob nicht auch innerhalb des als *A. alpina* zusammengefassten Formenkreises noch eine normal geschlechtliche Form mit einfacher Chromosomenzahl und beiden Geschlechtern neben den apogamen Formen mit verdoppelter Chromosomenzahl existiert.

4. Für die apogamen Formen von *A. alpina* ist ausser der von JUEL angenommenen Elternkombination auch noch die Entstehung als matrokliner oder intermediärer Bastarde zwischen einer ursprünglich befruchtungsbedürftigen *A. alpina* und einer oder mehreren der von JUEL als Eltern aufgefassten anderen Arten denkbar.

5. Für die noch jetzt stellenweise auftretenden männlichen Pflanzen von *A. alpina* kommen neben der Entstehung als Rückschläge aus apogam entstandenen Früchten auch die beiden nachfolgenden Möglichkeiten in Frage:

a) Erhaltung männlicher Exemplare der F_1-Bastard-Generation infolge steter vegetativer Propagation.

b) Innerhalb gemischter Populationen von befruchtungsfähigen und apogamen Individuen von *A. alpina* und anderer an der Bastardbildung beteiligten Arten könnte der zur Apogamie führende Bastardierungsvorgang stets wieder von neuem erfolgen und so in der entstehenden Nachkommenschaft auch immer wieder einzelne männliche Individuen des matroklinen Bastardes auftreten.

6. Die meisten Arten aus den Gruppen der *Alpinae, Pubescentes, Vulgares* und *Calycinae* der *Eualchemillae* sind ovoapogam, ausnahmsweise tritt bei ihnen auch Aposporie auf. Eine Ausnahme von diesem Verhalten machen von ca. 40 untersuchten Arten nur die *Alchemilla pentaphylla* sowie einige Arten der *Alpinae*, im besonderen die hochalpinen *A. glacialis* und *gelida*. Diese weisen gleich der zur Untergattung *Aphanes* gehörenden *A. arvensis* normal entwickelten und keimungsfähigen Pollen auf. Ihrer Embryosackentwicklung geht ebenfalls eine richtige Reduktionsteilung voraus, und die ganze Entwicklung findet mit normalem Wechsel zwischen Sporenbildung mit Reduktion und Zygotenbildung durch Befruchtung der Eizellen statt.

7. Einige Alchemillen, die von Buser als Bastarde zwischen der normal geschlechtlichen *A. pentaphylla* einerseits und *A. glacialis* und *gelida* anderseits aufgefasst wurden, so z. B. *A. gemmia* Bus. und *A. sabauda* Bus., weisen nach Strasburger nur unvollkommenen Blütenstaub auf. Ihre Samenanlagen sind meistens stark verbildet, normale Embryosäcke selten, die wenigen Fälle von Keimbildung erfolgen apogam. Sofern die Angaben Buser's und Strasburger's sich völlig decken, sind *A. gemmia* und *sabauda* Formen, die als apogame Bastarde zwischen geschlechtlich potenten Arten entstanden sein müssen.

8. Viel einfacher als durch die Strasburger'sche Annahme, dass sich im Subgenus der *Eualchemillae* die Neigung zur Apogamie wiederholt eingestellt habe, unabhängig in verschiedenen Arten, und auch in den sexuell potenten Arten der *A. alpinae* bereits latente apogame Anlagen vertreten sein müssten, die bei der Bastardierung aktiv würden, werden die Befunde innerhalb der Alchemillen durch die Hypothese erklärt, dass die artfremde Befruchtung selbst Ursache der Apogamie dieser Bastarde ist und nicht nur *A. gemmia* und *A. sabauda*, sondern auch alle anderen apogamen Alchemillen als Artbastarde aufzufassen sind.

9. Apogamie und Aposporie sind in der arten- und formenreichen Gattung *Hieracium* ausserordentlich verbreitet. Die Arten der drei Subgenera von *Hieracium* verhalten sich in bezug auf Fortpflanzung verschieden. Neben Formen mit durchaus normal ge-

schlechtlicher Fortpflanzung kommen absolut und teilweise apogame Formen vor.

10. Die befruchtungsbedürftigen Eizellen der teilweise apogamen Hieracien setzen nicht nur bei legitimer Bestäubung, sondern auch bei Kreuzung entwicklungsfähige Samen an.

11. Bei Kreuzung von zwei teilweise apogamen oder einer teilweise apogamen Form als Mutterpflanze mit einer völlig fertilen Form verhält sich das elterliche Merkmal der Apogamie in der Nachkommenschaft verschieden. Neben Bastarden, die wie die Eltern wieder teilweise apogam sind, können auch obligat apogame Bastarde und ferner völlig sterile Formen entstehen.

12. Da bei allen Kreuzungsversuchen OSTENFELD's mindestens der eine Elter teilweise apogam war, ist verständlich, dass das Wiederauftreten der Apogamie bei einem Teil der Bastarde als Übertragung der Tendenz zur Apogamie durch die Gameten aufgefasst wurde. Der Umstand aber, dass andere der durch diese Kreuzungen entstandenen Bastarde gänzlich steril waren, spricht mehr für die Hypothese, dass Sterilität und Apogamie dieser *Hieracium*-Bastarde eher als Folge der Bastardierung auftreten, resp. durch die erneute Mischung von heterogenen Gameten verstärkt werden.

13. Eindeutige Resultate im Sinne der Bastardhypothese sind nur von Bastardierungen zwischen völlig normal geschlechtlichen Hieracien zu erwarten. Als günstiges Versuchsobjekt kommt vor allem der Formenkreis des *Hieracium umbellatum* in Frage. Neben zahlreichen normal sexuellen Formen gehört demselben auch eine völlig apogame Form an, welche in ihrem Habitus keine Unterschiede gegenüber den normal sexuellen Formen aufweist und wahrscheinlich als matro- oder patrokliner Bastard zu deuten sein wird.

14. Nach den Befunden bei *Hieracium* und *Thalictrum* ist zu erwarten, dass Artkreuzung nicht nur zur Bildung von Bastarden mit obligat apogamer Fortpflanzung, sondern auch zur Bildung von partiell apogamen Bastarden führen kann, die wenigstens einen Teil ihrer Eizellen haploid und damit befruchtungsfähig und -bedürftig ausbilden. Hinsichtlich der Erblichkeitsverhältnisse teilweise apogamer Formen ist zu erwarten, dass ihre haploiden Eizellen bei legitimer Bestäubung mit ebenfalls entwicklungsfähigem, haploidkernigem Pollen wiederum normal geschlechtliche Pflanzen ohne „parthenogenetische“ Samenanlagen liefern werden, während die aus ihren apogamen Eizellen hervorgehenden Pflanzen apogam bleiben oder wiederum in apogame und befruchtungsfähige Formen aufspalten.

II. Übereinstimmungen in den Fortpflanzungsvorgängen apogamer und hybrider Angiospermen.

Zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeit des hybriden Ursprunges einer apogamen Pflanze gibt die Feststellung natürlicher Bastarde in ihrem Verwandtschaftskreise die ersten Anhaltspunkte. Die Häufigkeit des Auffindens natürlicher Bastarde ist kein Mass für die Möglichkeiten der Bastardbildung innerhalb eines Verwandtschaftskreises. Eine ganze Anzahl äusserer Hinderungsgründe, welche in der Natur Kreuzungen zwischen oft nahe verwandten Sippen und Arten an der grossen Mehrzahl der Standorte und für die Mehrzahl der Individuen ausschliessen, können im Experiment leicht beseitigt werden. Im allgemeinen ist der Grad der Verwandtschaft ausschlaggebend für das Gelingen der Kreuzung, doch geht in vielen Verwandtschaftskreisen der Erfolg der Kreuzung — vergleichbar der Eignung zu Transplantationen, Pfropfungen etc. — der systematischen Verwandtschaft nicht direkt parallel.

1. In ihrer Fortpflanzung zeigen die Artbastarde alle nur denkbaren Abstufungen zwischen vollkommener Fruchtbarkeit und völliger Sterilität. Auch die Fruchtbarkeit der Bastarde nimmt im allgemeinen mit dem Grade der systematischen Verwandtschaft ab, so dass häufig und leicht entstehende Bastarde eher fertil, nur selten oder ganz ausnahmsweise entstehende Bastarde eher steril sind. Von der Abnahme der Fruchtbarkeit wird nur die geschlechtliche Fortpflanzung, dagegen nicht die vegetative Vermehrung der Artbastarde betroffen.

2. Vegetative Vermehrung steriler Artbastarde kann zur Entstehung von Sippen mit ausschliesslich apomiktischer Vermehrung führen. Sie trägt dazu bei, dass die Artbastarde für die Zusammensetzung und die Formenbildung im Pflanzenreich von ungleich grösserer Bedeutung sind als für das Tierreich.

3. Artfremde Befruchtung führt häufig zur Vereinigung von Gameten mit nicht aufeinander angepassten Kern- und Plasmamassen. Der durch solche Befruchtungsvorgänge ausgelöste Entwicklungsreiz ist in der Regel nicht dermassen ausgeglichen, dass eine mit den Elternarten übereinstimmende normale Ontogenese des Bastardes möglich wäre. Infolgedessen haftet vielen Bastarden eine gewisse Zartheit und Schwäche in der gesamten Entwicklung an, andere dagegen sind mit einer ungewöhnlichen Vegetationskraft begabt, wobei die Erscheinung der Luxuration sich ausschliesslich in der vegetativen Gestaltung oder auch in der Fruktifikation geltend machen kann.

4. Die apogamen Pflanzen zeigen in ihrer vegetativen Entwicklung und vielfach auch in ihrer Fruktifikation besonders grosse Ähnlichkeit mit luxurierenden Bastarden. Einzelne sind in vegetativer Hinsicht entschieden besser, andere zum mindesten nicht schwächer entwickelt als die nächst verwandten sexuellen Arten. Verschiedene apogame Angiospermen verdanken der Üppigkeit ihrer vegetativen Entwicklung, der Leichtigkeit ihrer vegetativen Vermehrung und im besonderen ihrer ausserordentlich reichlichen und von Witterungs- und anderen äusseren Einflüssen fast unabhängigen Frucht- und Samenbildung ihre weite Verbreitung und ihre lokal vielfach ausserordentlich grosse Individuenzahl.

5. Den meisten apogamen Pflanzen geht wie den sterilen Artbastarden die Fähigkeit ab, die Vorgänge der Pollenentwicklung bis zur Bildung befruchtungsfähiger Geschlechtszellen durchzuführen. Beide Reihen von Entwicklungsvorgängen weisen Defekte auf, die sich schon bei der Ausbildung des Archespors, besonders häufig aber während der Vorbereitung, während oder unmittelbar nach der Durchführung der Tetraden- und Reduktionsteilung äussern. Auch scheinbar völlig normal durchgeführte Tetradenteilungen liefern in der Regel nur verkümmernde und sich nicht normal ausgestaltende Pollenkörner.

6. Die Übereinstimmung in den Anomalien der Pollenbildung bei sterilen und halbsterilen Bastarden einerseits, der apogamen Angiospermen anderseits legt die Frage nahe, ob nicht bei den letzteren gleich wie bei den ersteren die Ursache dieser Störungen in einem vorausgegangenen Bastardierungsakt gegeben sein könnte. Bei Annahme eines hybriden Ursprunges der apogamen Pflanzen würde die Ursache ihrer Pollensterilität gleich wie bei sterilen Hybriden darauf beruhen, dass ihren Zellen infolge des stark heterozygotischen Charakters der Kerne ein von den fertilen Arten und Bastarden abweichender Bau zukommt, der sie an der Ausführung gewöhnlicher Kern- und Zellteilungen nicht hindert, dagegen offenbar die Vorbereitung und Durchführung der komplizierteren Reduktions- und Tetradenteilung unmöglich macht.

7. Bei sterilen Hybriden wie bei apogamen Angiospermen ist die Rückbildung der männlichen Organe viel stärker als diejenige der weiblichen, doch zeigen auch diese häufig Degenerationsformen mit zeitlich sehr verschiedenem Beginn der sichtbaren Verkümmerung. Bei den sterilen Bastarden scheitert in sämtlichen Samenanlagen die Ausbildung eines Embryosackes mit befruchtungsfähiger Eizelle an den mit den Vorgängen der Reduk-

tion nicht vereinbaren Entwicklungstendenzen und -möglichkeiten der heterozygotischen Kerne. Der Versuch, den Übergang von der Sporophyten- zur Gametophyten-Generation durch eine normale Reduktions- und Tetradenteilung zu vollziehen, misslingt. Bei den Apogamen dagegen entwickelt sich, wenigstens ein Teil der Samenanlagen ohne Befruchtung zu reifen keimhaltigen Samen. Die Reduktionsteilung in den Embryosackmutterzellen wird völlig unterdrückt oder nach Zurücklegung der ersten Stadien wieder rückgängig gemacht und auf dem Wege gewöhnlicher, vegetativer Teilungen die Fortsetzung des Entwicklungsganges von der Sporophyten-Generation zu einer ebenfalls diploiden Gametophyten-Generation möglich.

8. Bei der Mehrzahl der apogamen Angiospermen ist ausschliesslich die diploide Eizelle des Embryosackes zur Keimbildung befähigt. In einigen wenigen Fällen können auch Synergiden oder Antipoden zu Keimen auswachsen. Eine auffallende Eigentümlichkeit einzelner Angiospermen mit Geschlechtsverlust besteht darin, dass die Embryobildung überhaupt nicht mehr auf die Elemente des Embryosackes beschränkt ist. Zellen umgebender Gewebe können als vegetative Keime in den Embryosack hineinwachsen, oder apospore Embryosäcke ausserhalb des sporogenen Gewebes der Samenanlagen entstehen und die Erzeugung eines Keimes übernehmen. Alle diese Möglichkeiten führen aber zu demselben Resultate: eine diploidkernige Zelle entwickelt sich zu einem neuen Keime und regt dadurch gleichzeitig die Weiterentwicklung der Samenanlage und im Verein mit anderen auch diejenige des Gynoeceums zur reifen Frucht an.

9. Die Weiterentwicklung der im Embryosacke apogamer Angiospermen enthaltenen diploidkernigen Eizelle zum Keim folgt ihrer Entstehung nicht immer unmittelbar nach. Sie setzt häufig erst ein, nachdem der Embryosack bedeutend gewachsen, die Endospermbildung schon weit vorgeschritten ist und nachdem die Eizelle selbst während einer Ruheperiode auffallende Gestalts- und Grössenänderungen erfahren hat. Die im Ausbleiben der Reduktion und der Ausbildung des diploidkernigen Embryosackes zum Ausdruck kommende Tendenz zur raschen Zurücklegung des zwischen zwei Sporophyten sich einschaltenden Gametophytenstadiums ist offenbar nicht immer stark genug, um auch die Entwicklung der Eizelle zum Embryo auszulösen. Der in einer normalen Befruchtung gegebene Reiz zur Weiterentwicklung ist zwar für diese diploide Eizelle nicht notwendig, doch scheint sie immerhin eines gewissen äusseren Anstosses zu bedürfen.

10. Bei wasserbewohnenden Thallophyten, wie z. B. bei *Chara crinita*, sind es offenbar bestimmte Kombinationen der äusseren Faktoren (Temperatur, Konzentration der umgebenden Lösung, Ernährungszustand der Pflanzen), welche die Auslösung der apomiktischen Entwicklung der einzelnen diploiden Eizelle fördern und beschleunigen. Bei den höheren Pflanzen, im besonderen den Angiospermen, werden infolge der organischen Einfügung des Embryosackes in die Gewebe und den Ernährungsverband eines grösseren Organes wohl vorwiegend trophische Reize als Auslösung der Entwicklung in Frage kommen.

III. Die Chromosomenzahlen von apogamen und hybriden Angiospermen.

Unter den Ursachen oder doch wenigstens regelmässigen Begleiterscheinungen der habituellen Apogamie ist häufig eine im Verhältnis zu den verwandten befruchtungsbedürftigen Arten erhöhte Chromosomenzahl genannt worden. Eine Durchsicht des gesamten bis jetzt vorliegenden Tatsachenmateriales führt zu folgenden Ergebnissen und Thesen:

1. Apogamie ist durchaus nicht immer mit einer Vermehrung der Chromosomenzahl verbunden. Andererseits ist Erhöhung der Chromosomenzahl auch in nicht apogamen Verwandtschaftskreisen, vor allem bei Mutationen und im Anschluss an Bastardierung sicher festgestellt worden.

2. Ungefähr die Hälfte der bis jetzt bekannten apogamen Angiospermen legen ihren ganzen Entwicklungsgang (Sporophyt + weiblicher Gametophyt) mit der dem Sporophyten der nächst verwandten befruchtungsbedürftigen Arten zukommenden diploiden Chromosomenzahl zurück. Die Änderung in der Chromosomenzahl betrifft also ausschliesslich die weibliche Gametophyten-Generation und ist bedingt durch den Ausfall der Reduktionsteilung in den Embryosackmutterzellen.

3. Eine weitere Hauptgruppe apogamer Angiospermen sind im Verhältnis zum Gametophyten der nächstverwandten befruchtungsbedürftigen Arten tetraploid. Einige wenige Apogame sind oktoploid, triploid oder ditriploid.

4. Die Chromosomenzahlen von Bastarden verhalten sich zu denjenigen ihrer Eltern in demselben Sinne und Grade verschieden wie diejenigen der Apogamen zu ihren sexuellen Verwandten.

Bei den meisten der bis jetzt cytologisch untersuchten Angiospermen-Artbastarden weist die aus der Heterozygote hervorgehende Diploidphase in ihren Kernen die Summe der Chromosomenzahlen der beiden vereinigten Gameten auf, sowohl wenn diese verschiedenchromosomig wie wenn sie gleichchromosomig sind.

5. Einige experimentell erzeugte Bastarde zwischen gleichchromosomigen Eltern führen nicht die diploide Chromosomenzahl, die der Vereinigung zweier haploidkerniger Gameten entspricht. Ihre Chromosomenzahl ist tetraploid, entspricht also der Summe der Diploidzahlen der Eltern. Tetraploide Bastarde sind bis jetzt in der Gattung *Primula* gefunden worden. Denselben schliessen sich in mehrfacher Hinsicht die ebenfalls tetraploiden *Gigas*-Formen von *Oenothera* an.

6. Eine Verdoppelung der Chromosomenzahl kann bei der Entstehung apogamer Sippen aus befruchtungsbedürftigen Stammformen ebenso plötzlich und in ähnlicher Weise wie bei den tetraploiden *Primula*-Bastarden und den *Oenothera*-Mutationen eingetreten sein. Werden, wie es bis jetzt vielfach geschehen ist, zwischen Apogamie und tetraploider Chromosomenzahl kausale Beziehungen angenommen, so müssen ganz ähnliche Beziehungen auch zwischen Chromosomenverdoppelung und Bastardierung, sowie zwischen Chromosomenverdoppelung und Mutation existieren.

7. Die Erhöhung der Chromosomenzahl ist nicht Ursache, sondern Begleiterscheinung von Apogamie, Mutation und Bastardierung. Bei Apogamie, Mutation und Bastardierung lösen dieselbe oder ähnliche Ursachen dieselbe Folgeerscheinung aus.

8. Über Zeitpunkt und Mechanik der Chromosomenverdoppelung bei tetraploiden Apogamen und experimentell erzeugten tetraploiden Bastarden sind unabhängig voneinander ungefähr dieselben Hypothesen entwickelt worden:

a) Tetraploidie entsteht nach der Befruchtung durch mitotische Teilung und Wiedervereinigung der Tochterkerne oder überzählige Längsspaltung in den Prophasen des Zygotenkerns von Keimzellen.

b) Tetraploidie entsteht durch Vereinigung diploid gewordener Gameten im Befruchtungsakt.

9. Unvollendete Kernteilungen, die nach vollzogener Trennung der Tochterchromosomen in der Anaphase rückläufig werden, ebenso Wiedervereinigung der schon getrennten beiden ersten Kerne einer Keimanlage, Vorgänge, die beide zu einer Chromosomenverdoppelung

im Keimkern führen können, sind am besten denkbar als direkte Folge der Bastardierung. Sie sind erste Glieder in der langen Reihe von Anomalien, welche die Entwicklung von Embryonen und Samen nach Artkreuzung auszeichnen.

10. Tetraploidie infolge Vereinigung diploider Gameten ist nur innerhalb solcher Verwandtschaftskreise zu erwarten, deren Vertreter, ähnlich den Stammformen der tetraploiden Mutationen, durch partielle Sterilität oder andere Störungen in der Geschlechtssphäre ausgezeichnet sind, die auch ein gelegentliches Ausbleiben der Reduktionsteilung bei der Teilung von Pollen- und Embryosackmutterzellen und damit die Erzeugung vereinzelter diploidkerniger Pollenkörner und Embryosäcke wahrscheinlich machen.

11. Die zwischen dem vier- und achtfachen der Ausgangszahl ihrer Gattung liegenden Chromosomenzahlen einiger Apogamen finden durch Annahme von Bastardierung mit Dispermie und nachfolgender Chromosomenverdoppelung die einfachste Erklärung. Kreuzung zwischen verschiedenen, gleichchromosomigen Arten führt bei Dispermie zur Bildung von triploidkernigen Bastarden und bei Annahme einer in der Keimzelle nachfolgenden Chromosomenverdoppelung zur Bildung von ditriploiden Formen.

12. Die (zur Erklärung der hohen Chromosomenzahlen bei Apogamen und Bastarden angenommenen) Vorgänge der Chromosomenspaltung und Kernverschmelzung in der Keimzelle, von Dispermie als Ursache der Entstehung triploider und ditriploider Chromosomenzahlen, vielleicht auch einzelne Fälle der Entstehung „mutierter“, diploid gewordener Gameten haben in der durch artfremde Bastardierung erzeugten Disharmonie der vereinigten Kernsubstanzen und ihrer Entwicklungstendenzen, sowie den dadurch hervorgerufenen Störungen der Kernplasmarelation in der Keimzelle eine gemeinsame, auslösende Ursache.

13. Alle bis jetzt bekannten Fälle von Apogamie bei Angiospermen können vom Standpunkte der Bastardhypothese aus als Bastarde zwischen Eltern mit gleicher Chromosomenzahl aufgefasst werden. Kreuzungen zwischen Arten mit ungleicher Chromosomenzahl haben bis jetzt immer nur zur Bildung steriler Bastarde geführt, doch ist nicht ausgeschlossen, dass bei sonstiger Eignung einzelner, ungleich chromosomiger Arten zur Kreuzung auch fertile und apogame Bastarde dieser Abstammung entstehen könnten.

14. Fertile, sterile und apogame Bastarde stimmen in der Ausbildung der F_1-Sporophyt-Generation miteinander überein, ob ihre Entwicklung mit diploidem Chromosomensatze oder nach vor-

heriger Chromosomenvermehrung durch einen der genannten Vorgänge erfolgt ist. Die Unterschiede machen sich erst bei der Entwicklung der Sexualorgane und vor allem bei den Teilungen der Sporenmutterzellen geltend. An Stelle der (bei fertilen Bastarden mehr oder weniger regelmässig durchgeführten, bei sterilen Bastarden häufig völlig scheiternden) Reduktionsteilung setzt bei den Apogamen, und zwar in der Regel nur im weiblichen Apparat, die spontane Weiterentwicklung ein. An Stelle der Reduktion tritt eine in der Hauptsache somatische Kernteilung, die den Chromosomensatz des Sporophyten auch für den Gametophyten festhält und für dessen Eizelle eine Ergänzung der Chromatinmasse und der Chromosomenzahl durch einen Befruchtungsprozess überflüssig macht.

Eine ganze Anzahl weiterer Abweichungen vom gewöhnlichen Fortpflanzungsverlaufe normal sexueller Pflanzen, die Erscheinungen der Pseudogamie, Nucellarembryonie, Parthenokarpie sowie der völlige Verlust von Frucht- und Samenbildung in Verbindung mit vegetativer Propagation bei Angiospermen, werden durch die Bastard-Hypothese ebenfalls in neue Beleuchtung gerückt und der experimentellen Forschung zugänglich gemacht. Die Darlegung aller sich aus dieser Hypothese ergebenden allgemeinen Fragestellungen und Diskussionen, nicht nur über die Fortpflanzung der Angiospermen, sondern im Pflanzenreich überhaupt, bilden den Gegenstand einer eingehenden Studie. Ihre Drucklegung dürfte wenige Wochen nach dem Erscheinen dieser Mitteilung beendet sein.

Zürich, Institut für allgemeine Botanik der Universität, April 1917.

Das Äquivalent der Dentblanchedecke in Bünden.

Von

Rudolf Staub.

(Als Manuskript eingegangen am 5. Februar 1917.)

Die Versuche, die Decken des südwestlichen Bündens über die Queraufwölbung des Tessins hinweg mit den penninischen Decken des Wallis in Verbindung zu setzen, reichen schon in die ersten Anfänge der Erkenntnis derselben zurück. So erkannte schon Lugeon in seiner grundlegenden Arbeit von 1902, dass die Walliserdeckfalten unbedingt nach Graubünden hinein fortsetzen müssen (19, p. 814; 20, p. 3)[1]) und parallelisierte schon 1906 Argand die Aduladecke mit der Bernharddecke, die Tambodecke mit der des Monte Rosa, und die Surettadecke mit derjenigen der Dentblanche (1, s. auch 4, p. 11). Schardt hingegen vertrat die Ansicht, dass die Dentblanchedecke und ihre tieferen Teile in den Gneisdeckfalten der Suretta und des Pizzo Tambo zu suchen seien, die Monte-Rosadecke in der Adula, und die des St. Bernhard im Molaremassiv (23, p. 13). Schmidt endlich glaubte die östliche Fortsetzung der Dentblanche in den ostalpinen Decken Graubündens zu sehen (24, p. 555 und 575 ff.), eine Ansicht, die seither von Argand entschieden widerlegt worden ist (3). Argand hat dann später in bezug auf Adula- und Tambodecke seine Ansicht modifiziert, indem er die Adula- der Monte Leone-, die Tambodecke aber der Bernharddecke gleichsetzte. Das Äquivalent der Dentblanche hingegen blieb auch für ihn nach wie vor die Suretta. Diese Auffassung hat Argand 1911 auch in seiner tektonischen Karte der Westalpen niedergelegt (5).

Vor etwas mehr als Jahresfrist wurde ich durch Studien in Südbünden und der Gegend von Bellinzona dazu geführt, diese fast eingebürgerte Anschauung zu verlassen. Der Verlauf der Wurzelzonen machte es notwendig, das **Äquivalent der Dentblanche** in den kristallinen Kernen der **rhätischen Decke** zu suchen. Dass gewisse facielle und petrographische Eigentümlichkeiten des Walliser Decken-

[1]) Die Zahlen beziehen sich auf das Literaturverzeichnis.

teiles in Bünden zu fehlen schienen, konnte dabei angesichts der 150 km, die heute die beiden Deckenteile trennen, nicht überraschen. Die Hauptsache war, dass die sichere Wurzel der rhätischen Decke im Malenco und Veltlin sich durch die Zone von Arbedo in die Sesiagneise, das heisst die Dentblanchewurzel verfolgen liess. Damit war der wichtigste tektonische Beweis für die obige Annahme geleistet (29). Andere Tatsachen, wie die Stellung der Dentblanchedecke zu den Ophiolithen von Zermatt und Monte Basso di Lanzo einerseits, der rhätischen Decke zu den Ophiolithen von Malenco und Oberhalbstein andererseits, erschienen als willkommene Bestätigung der gefundenen Parallelisierung. Die Surettadecke erschien daher nicht mehr als Fortsetzung der Dentblanche-, sondern als solche der Monte-Rosadecke (29). Schon bald erlebte ich die Genugtuung, dass auch Argand in seiner neuesten hervorragenden Publikation über die Westalpen seinen alten Standpunkt verliess, und wie ich die rhätische Decke des Oberengadins als Dentblanche-, die Surettadecke als Monte-Rosaäquivalent erklärte (8).

Heute bin ich in der Lage, die Dentblanchenatur der rhätischen Decke des Oberengadins, wie sie von Cornelius und mir aufgestellt worden ist (10, 25, 29, 30), auch noch mit wichtigen faciellen und petrographischen Tatsachen zu stützen. Dass ich mich dabei fast beständig vergleichsweise auf die Arbeiten von Argand berufen muss, ist ganz selbstverständlich, ist doch die ganze neuere Erforschung der penninischen Alpen, und der Dentblanche im besonderen, das Werk von Argand. Gerade bei dieser Gelegenheit zeigte es sich wieder, wie enorm vielseitig und fruchtbar Argand's Schaffen war und ist. Argand stand mir auch persönlich in vielen Punkten helfend und ratend zur Seite. Hatte er mich schon bei der Ausarbeitung meiner tektonischen Karte (29) durch unbeschränkte Überlassung von zahlreichen Originalaufnahmen (Olivone, Calanca, Campolungo, Ossola etc.) in hohem Masse unterstützt, so bot er mir auch bei der vorliegenden Arbeit seine reiche Erfahrung und Hülfe. Unter seiner Führung konnte ich auch im letzten Herbst die verschiedenen Dentblanchegesteine in situ studieren. Für all das möchte ich ihm an dieser Stelle herzlich danken.

Allgemeines.

Die letzten Zweifel an der obigen Parallelisierung müssen verschwinden, sobald es gelingt, die wichtigsten stratigraphisch-petrographischen Zonen der Dentblanchedecke des Wallis, die uns in ihren Eigentümlichkeiten durch Argand bekannt geworden sind, auch in

der rhätischen Decke des Oberengadins nachzuweisen. Da die Dentblanchedecke im Wallis neben den altkristallinen Gesteinen nur noch einen kleinen in sich geschuppten Trias-Liasrest ihrer einstigen Sedimentbedeckung trägt, so können also auch von der rhätischen Decke Bündens selbstverständlich nur das Altkristallin, dessen Trias-Liasumhüllung und etwa noch die Schuppen, zum Vergleich herangezogen werden. Die Äquivalente der höheren Zonen der rhätischen Decke: Ophiolithe, Aptychenkalke und Radiolarite, fehlen im Wallis, da eben die ganze höhere mesozoische Hülle der Dentblanche bis fast auf den Grund der Erosion anheimgefallen ist. Das jüngste, was wir im Wallis von derselben kennen, ist Lias, und die höheren früher allein typischen Bestandteile der rhätischen Decke: oberjurassische Radiolarite und Aptychenkalke, und die Ophiolithe, können daher für die Entscheidung der Frage gar nicht in Betracht kommen. Wenn wir alle Bestandteile der Dentblanche in der rhätischen Decke des Oberengadins wiederfinden, so ist der Beweis für deren Äquivalenz geleistet, aber wenn wir umgekehrt in der Dentblanche nicht alle Bestandteile der rhätischen Decke finden, so ist deshalb deren Zusammenhang noch lange nicht verneint. Es brauchen aber auch nicht alle stratigraphischen Äquivalente der Dentblanche in der rhätischen Stammdecke sich zu finden (29), sondern wir dürfen nach denselben auch in den Schamserdecken als den weit vorgeschobenen Teilen der rhätischen Schuppenregion forschen. Endlich werden uns auch noch die tieferen Abspaltungen der Decke, die Schuppen von Val Malenco, willkommene Aufklärungen geben.

Die Dentblanchedecke des Wallis zerfällt in drei Teile (2, 3):

I. Das Mesozoikum des Mont Dolin,
II. die Série d'Arolla,
III. die Série de Valpelline.

Besonders typisch ist die Ausbildung des Mesozoikums und dann vor allem das Auftreten jener merkwürdigen Gesteinsgesellschaft der Série de Valpelline, die sich im ganzen penninischen Deckensystem nicht mehr wiederholt. Die mittlere Serie besteht zum grössten Teil aus mannigfachen Intrusivgesteinen und deren metamorphen Derivaten. Für den Vergleich mit der über 150 km weit davon entfernten rhätischen Decke können dieselben aber angesichts des doch immer mehr oder weniger lokalen Charakters der Eruptiva weit weniger in Betracht kommen als die Série de Valpelline und das Mesozoikum, die entsprechend ihrem stark ausgesprochenen Paracharakter viel konstanter sind.

Es ist mir nun gelungen, alle diese drei Gruppen der Dentblanchedecke fast unverändert auch in der rhätischen Decke

Bündens nachzuweisen. Im Detail freilich wird noch vieles zu vertiefen sein, besonders die petrographischen Verhältnisse der Série de Valpelline und die gegenseitigen genetischen Beziehungen zwischen den verschiedenen kristallinen Gesteinen, und hoffe ich bei der Ausarbeitung der geologischen Karte des südlichen Oberengadins noch manches Interessante darüber zu entdecken. Ich trete daher hier auf petrographische Einzelheiten nicht ein, sondern beschränke mich vielmehr darauf, die einzelnen Walliserserien kurz zu charakterisieren und zu zeigen, dass sich dieselben fast unverändert im obersten Engadin wieder finden.

Beginnen wir mit dem

Mesozoikum.

Das Mesozoikum der Walliser Dentblanchedecke ist nur an einer einzigen Stelle noch erhalten geblieben, nämlich am Mont Dolin. Die Bedeutung dieses Berges für die alpine Geologie hat Argand in einer Reihe von Publikationen gebührend hervorgehoben, so dass wir über dessen Sedimente und Aufbau gut unterrichtet sind (bes. 3). Einen trefflichen Überblick über die Verhältnisse gibt besonders Argand's Dentblanchekarte. Letzten Herbst hatte ich das Vergnügen, unter der persönlichen Führung von Argand diese hochinteressante Gegend zu besuchen und damit an Ort und Stelle Vergleiche mit der rhätischen Decke Bündens anzustellen.

Die untere und mittlere Trias des Mont Dolin zeigt gegenüber anderen Triasprofilen der penninischen Alpen keine nennenswerten Unterschiede. Über dem Altkristallin folgen zunächst einige Meter Quarzite und darüber, hie und da mit Rauhwacken, eine wenig mächtige Kalk- oder Dolomitmasse (3). Das Ganze erinnert durchaus an die Fexer Trias (25, 28, 31).

Typischer ist schon die Ausbildung der oberen Trias. Dieselbe ist sehr ähnlich dem helvetischen Quartenschiefer entwickelt, erreicht jedoch nirgends grössere Mächtigkeit. Sehr charakteristisch aber ist die Facies des Lias am Mont Dolin. Bezeichnend für denselben sind dunkle, kristalline, meist tafelige Kalke, dann vor allem Einschaltungen von Quarziten und Breccien mit Triasbrocken. Daneben finden sich auch Gesteine, die den gewöhnlichen Schistes lustrés zuzuweisen sind. Argand beschreibt diese Liasserie als „groupe du Dolin“ folgendermassen: „Cette formation . . . . . est constituée des calcaires tabulaires cristallins, des calcaires schisteux sombres, des brèches à éléments triasiques, des calcschistes luisants, associés à des quartzites sériciteux et chloriteux en innombrables alternances stratigraphiques“ (3, p. 7).

Diese höchst bezeichnende Ausbildung der oberen Trias und der Liasgesteine schien bis jetzt in der rhätischen Decke des Oberengadins nicht in allen Gliedern vertreten zu sein. Genauere Nachforschungen zeigten aber, dass sich daselbst alle Glieder der Dolinfacies, wenn auch z. T. in bedeutend kleinerer Mächtigkeit, wiederfinden.

Die Quartenschiefer der oberen Trias sind im Oberengadin meist nur schwach angedeutet, erlangen aber in den oberen Schuppen des Schams, z. B. in der Zone der oberen Breccie, wie Zyndel festgestellt hat, grössere Bedeutung (34, 35). Die Calcaires tabulaires des Dolin sind in der rhätischen Decke in jenen dunklen, tafeligen Glimmermarmoren zu erkennen, wie sie z. B. im Kern der Crap-da-Chüern-Synklinale auftreten. Weniger metamorphe Glieder derselben gleichen vollständig den Dolinkalken. Auf Grialetsch habe ich über der Trias Tafelkalke gefunden, die sich von den am Dolin gesammelten Stücken in keiner Weise unterscheiden lassen.

Von grösster Wichtigkeit aber ist, dass wir auch die Breccien mit Triasfragmenten und die Quarzite des Dolin im Fextal wieder finden. Auf Marmorè, hinter dem Piz Chüern, ganz besonders aber unter dem Grialetsch finden sich Breccieneinlagerungen, z. T. in gewöhnlichen Bündnerschiefern, z. T. in den Tafelkalken, die sich absolut nicht von der Dolinbreccie unterscheiden lassen. Das Gestein zeigt grössere und kleinere Brocken von Triasdolomiten in einer feinen, oft etwas kristallinen, dunklen Kalkzementmasse. Wie am Dolin erscheinen in diesen Breccienlagen ziemlich häufig kleine Schmitzen und Schichten von weissen Quarziten, die von solchen der unteren Trias oft fast nicht zu unterscheiden sind. Das Ganze ist allerdings viel weniger mächtig und viel weniger massig als am Dolin, und die Dolomitfragmente der Fexerbreccien sind oft enorm in die Länge gezogen und zu Linsen zerdrückt. Im hintern Fextal fand ich sogar stark gefaltete Exemplare dieser Breccien. Diese Tatsache der grösseren mechanischen Beanspruchung ist ja weiter gar nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, dass eben hier im Fextal über diese Gesteine die ganze Masse der kristallinen ostalpinen Deckenkerne hinwegging, während dies am Dolin ja nicht mehr der Fall war infolge des Abschwenkens des ostalpinen Deckenbogens gegen Süden (vergl. 8). Völlig analoge Liasbreccien finden sich in der rhätischen Decke auch noch nördlich des Engadins, nach Cornelius an der Motta Radonda (13, p. 25) und dann weiter in den Schamserdecken (34, p. 4).

Die Quarzite des Dolinlias finden sich im Fextal nicht nur zusammen mit den Breccien, sondern auch sonst noch, z. T. ununterscheidbar vom Triasquarzit, an zahlreichen Stellen als mächtige

Einlagerungen in den kalkigen Liassedimenten. Sie sind aber fast durchwegs bedeutend feiner struiert als im Wallis und wie die Breccien viel stärker geschiefert. Sie wurden deshalb in ihrer Bedeutung zuerst nicht recht erkannt, und an manchen Orten, besonders wenn sie noch viel Feldspat führten, als Derivate der Malojaserie gedeutet (27, p. 281). Das genaue Studium einer Anzahl solcher Vorkommnisse zeigte nun aber deutlich, dass es sich um normale stratigraphische Einschaltungen in den Liasmarmoren und -Kalkglimmerschiefern handelt, mit denen sie, wie mit den Breccien, oft durch intensive Wechsellagerung eng verbunden sind. Güvè, Mott' ota, Marmorè, die Hänge gegen Munts und Grialetsch und die Crap-da-Chüernsynklinale sind gute Fundorte für die Liasquarzite. Auf Marmorè finden sich auch dieselben dunklen Chloritquarzite, wie sie Argand vom Dolin beschreibt.

Damit sind alle Glieder der Dolinfacies, das heisst des vorhandenen Dentblanchemesozoikums überhaupt, in der rhätischen Decke Bündens nachgewiesen.

Die Arollaserie.

Die Arollaserie spielt in der Dentblanchedecke die gleiche Rolle wie die Malojaserie in der rhätischen Decke. Die Paragesteine der beiden Serien lassen sich auch ohne weiteres gut miteinander vergleichen. Beiderseits mehr oder weniger chloritreiche Sericitschiefer, Phyllite oder Sericitquarzite, die nach oben fast unmerklich, häufig durch Wechsellagerung, in die quarzitische Trias übergehen. Graphitphyllite scheinen in Bünden verbreiteter zu sein, fehlen aber auch dem Wallis nicht (3, p. 25). Sedimentogene chloritische Sericitgneise sind in beiden Paraserien weit verbreitet. Bei der genannten Durchquerung der Dolingegend fand ich kein einziges Paragestein der Dentblanchedecke, das nicht ebensogut aus der rhätischen hätte stammen können.

Die Paragesteine der Arollaserie zeigen die gleichen Typen wie die der Malojaserie in Bünden.

Aber auch gewisse Orthogneise und die Injektionsgneise der Arollaserie finden in der rhätischen Decke ihre sichern Äquivalente. Der typische Hornblendegranit der Dentblanche, der Arkesin, scheint in der rhätischen Decke zu fehlen, nicht aber dessen Derivate, die sogen. Arollagneise.

Westlich des Fextales und bei Maloja finden sich, dort schon durch Cornelius bekannt (11; 14), innerhalb der Paramalojagesteine auch Augengneise, deren eruptiver Charakter ausser Zweifel steht.

An der Margna, am Piz Fedoz, am Piz Güz und Led und unter dem Piz Tremoggia sind dieselben weit verbreitet und stechen in massigen, hellen Wänden schon von weitem aus den dunkleren Paramalojagesteinen hervor. Von diesen Augengneisen finden sich Übergänge in gewöhnliche, aber noch recht grobe Grünglimmergneise, die denen der Malojapasshöhe etwa entsprechen. Diese eruptiven Malojagneise sind Abkömmlinge von Graniten so gut wie die Arollagneise. Wie jene bestehen sie hauptsächlich aus Quarz, Kalifeldspat, saurem Plagioklas, grünem Glimmer und Chlorit. Der oft bedeutende Epidotgehalt der Arollagneise kehrt in manchen Orthogneisen am Piz Led und Güz z. B., oder am Piz Tremoggia, in ganz gleicher Weise wieder. Aplite sind darin wie in den Arollagneisen weit verbreitet.

Im Arollatal konnte ich mit Argand Arollagneise sammeln, die gewissen Malojagneisen sehr ähnlich sind. Beim Malojagneis ist die Paralleltextur und die grobblättrige Ausbildung der grünen Glimmer im allgemeinen stärker ausgeprägt als bei den meisten Arollagesteinen. Andererseits habe ich aber in der Gegend von Haudères und bei Praz mousse nach Argands Angaben typische Arollagneise gefunden, die sich von weit verbreiteten Typen des Malojagneises, auch unter dem Mikroskop, nicht im geringsten unterscheiden.

Injektionsgneise, wie sie im Wallis am Rand der Arollagneise auftreten, entstehen auch am Rand der Maloja-Augengneise, wo die umgebenden Paragesteine längs ihren Schieferungsflächen stark mit aplitischem Material injiziert erscheinen, besonders auch wiederum am Piz Güz und Led, an der Margna und am Piz Fedoz.

Alle drei Typen der Arollaserie: Paragesteine, Injektionsgneise und Orthogneise, mit einziger Ausnahme des Arkesins, haben also in der rhätischen Decke Bündens ihre fast völligen Äquivalente.

Die „Série de Valpelline".

Unter den Gesteinen der Arollaserie erscheint in der Dentblanchedecke noch ein Gesteinskomplex von enormer petrographischer Mannigfaltigkeit: die „Série de Valpelline". Da dieselbe in keiner andern penninischen Decke mehr vorkommt, so ist sie in höchstem Masse für die Dentblanche bezeichnend, und ihre Wiederauffindung in den Deckengebieten Bündens dürfte daher für die Deckenparallelisierungen zwischen Bünden und Wallis entscheidend sein. Dank den Arbeiten von Argand ist diese Gesteinsgesellschaft hinreichend bekannt geworden. Über ihre Zusammensetzung lasse ich im folgenden Argand selbst das Wort (3, p. 35 ff.).

„. . . La série de Valpelline comprend des types sédimentaires et des roches éruptives consolidées en profondeur."

„Le fond de la formation se montre souvent constitué par des schistes et des gneiss fins, d'habitus assez polymorphe . . . . . Ces roches . . . . . ont souvent en commun les caractères suivants: structure parallèle plutôt fine, présence de pigment charbonneux amorphe ou de graphite en paillettes caractéristiques, patine rouge fort accentuée. A ces gneiss fins sont associés, en quantité fort restreinte, des schistes verts basiques intercalés."

„On trouve aussi des micaschistes et des gneiss à biotite, dont le tissu admet quelquefois d'innombrables baguettes microscopiques de sillimanite, en feutrages serrés intimement associés à du quartz. Les gneiss à biotite peuvent renfermer de volumineux grenats porphyroblastiques et se charger de graphite. Ils réalisent alors les types kinzigitiques . . ."

„Les formations que nous venons de passer en revue alternent un grand nombre de fois avec des lits et des bancs calcaires de toute extension et de toute épaisseur. La puissance des bancs calcaires peut dépasser cent mètres en certains cas; celle des lits peut descendre aux dimensions d'une feuille de carton. La liaison des strates calcaires avec les roches énumerées en premier lieu est ordinairement très intime; les unes et les autres présentent d'innombrables récurrences et constituent un complexe unitaire . . ."

„Cet ensemble est percé par des roches de consolidation profonde, parmi lesquels dominent des granites à muscovite, ou à deux micas. On les rencontre en filons souvent accumulés en quantité innombrable sur certains points. Au sommet de la Tête de Valpelline les marbres à silicates sont criblés en tous sens par des filons aplitiques . . ."

„Le metamorphisme de contact exomorphe exercé par les granites de la série de Valpelline est d'une grande évidence. Au contact de la roche éruptive, les marbres se chargent de silicates et peuvent se transformer en vraies cornes calcaires, souvent extrêmement riches en pyroxène monoclinique, grenat, feldspath, zoïsite, épidote, graphite. L'extrême diffusion des pénétrations éruptives dans les formations sédimentaires fait que ces phénomènes s'observent pour ainsi dire à chaque pas dans la série de Valpelline. Le contact se fait souvent par injection parallèle du matériel éruptif dans les lits de la roche; dans ce cas, les intercalations des schistes sont ordinairement plus vite résorbées que les calcaires, et l'on obtient d'admirables roches rubanées formées par des alternances de marbre à silicates de contact avec des veines aplitiques."

„L'exomorphisme subi par les schistes se traduit par la production de cornéennes pyroxéniques, amphiboliques, feldspathiques, épidotiques, zoïsitiques, maclifères, grenatifères . . .“

Daneben rechnet Argand noch einen grösseren Komplex basischer Gesteine, vornehmlich Gabbros, daneben Diorite, Pyroxenite, Peridotite und Serpentine, zum Bestande der Série de Valpelline. Als endomorphe Kontakterscheinung der Granite an den Marmoren beschreibt Argand endlich den allmählichen Übergang derselben in dunkelgraublaue quarzarme Biotitdiorite. Für den Übergang in die Arollaserie sind besonders „blaue Granite“ bis Quarzdiorite und ihre Derivate bezeichnend (s. 2).

Es ist mir nun gelungen, diese ganze, höchst typische Serie, mit einziger Ausnahme der richtigen Kinzigite und der typischen blauen Granite, auch in der rhätischen Decke des Oberengadins in durchaus analoger Ausbildung und grosser Verbreitung wiederzufinden. Im Val Fedoz habe ich sie zuerst in typischer Ausbildung und grosser Ausdehnung gefunden und nenne sie daher **Fedozserie**. Da über dieselbe bisher gar nichts bekannt ist, und das Kristallin der Oberengadiner rhätischen Decke bisher als bloss von der Malojaserie gebildet betrachtet wurde, werde ich im folgenden auf deren Auftreten und Zusammensetzung etwas näher eintreten.

Wandert man von Fex oder Isola hinein ins Val Fedoz, so bleibt man, nachdem die untersten Triasbänder, Graphitphyllite und Grünschiefer der rhätischen Decke bei der Alp Pedpreir gequert sind, bis fast zum Gletscher in den schwach bis mittelsteil nordostfallenden Gesteinen der Malojaserie. Aber schon bald nach dem Bergsturz, der von P. 2752 im Nordgrat des Piz Led herabkommt, verschwinden an den benachbarten Hängen die bekannten Malojagesteine, sie ziehen schräg aufwärts gegen Piz Güz und Piz Fedoz. Weithin lassen sich ihre mehr massigen, graugrünen Wände an den Bergflanken verfolgen. Darunter erscheint, prachtvoll abstechend, ein grosser Komplex von tiefbraunroten Felsen, und in diesen massenhaft hellere und dunklere grünliche Lagen und vor allem grössere und kleinere Linsen von reinweisser oder gelblicher Farbe und graue, massige Knollen. Lagen, Linsen und Knollen sind mehr oder weniger parallel der Schieferung und der Grenze gegen die Malojaserie angeordnet, so dass eine überaus charakteristische Bänderung der rostbraunen Felsen entsteht. Die rostbraune Farbe und die Bänderung der Felsen geht durch den ganzen Komplex und drückt demselben den spezifischen Charakter einer geologischen Einheit auf.

Dieselbe liefert auch ein ausgezeichnetes Mittel zur Kartierung des Komplexes als solchen.

Diese Serie bildet das tiefstaufgeschlossene im Val Fedoz, es ist die Fedozserie. Betrachten wir dieselben näher, so treffen wir ganz die gleichen Verhältnisse wie in der Série de Valpelline, und zwar sowohl in rein petrographischer wie auch in geologischer Hinsicht, wie aus dem Vergleich der obigen Beschreibung Argand's mit dem folgenden hervorgeht.

Das durchgehende sedimentogene Grundgestein des Ganzen, in welchem sich alle anderen Gesteine wiederfinden, ist ein sehr feinschiefriger, brauner Glimmerschiefer, der durch Aufnahme von Feldspat oft in feinen Gneis übergeht. Der Grossteil der rostigen Felsen besteht daraus. Während aber in der Malojaserie die Glimmer fast ausschliesslich durch grünen Muscovit oder Phengit vertreten waren, finden wir hier Typen weitverbreitet, die neben ersterem auch Biotit in ziemlichen Mengen, manchmal sogar ausschliesslich solchen, führen. Durch Aufnahme von Granat entstehen schöne Granatglimmerschiefer und Granatgneise, Hornblende tritt sehr oft hinzu, ebenfalls ein Mineral, das in der Malojaserie gewöhnlich fehlt; manchmal entstehen durch deren porphyroblastische Ausbildung sogar schöne Hornblendegarbenschiefer, ähnlich denen der Tremola. Epidot und Titanit fungieren oft als Hauptgemengteile in diesen Schiefern und Gneisen. An manchen Stellen finden sich in den gemeinen Glimmerschiefern, ebenfalls rostig anwitternd, tiefgraue, oft schwarze, graphithaltige Glimmerschiefer und Graphitgneise, die, wenn sie noch hie und da Granat führen, den Kinzigiten der Valpelline ziemlich nahe kommen. Sillimanit habe ich bis jetzt in denselben noch nicht gefunden, doch schreibt ja auch Argand, dass die Sillimanitführung in seinen Gesteinen nur „quelquefois“ vorkomme. Endlich finden sich in dieser Grundserie auch Zweiglimmergneise und reine Biotitgneise, die z. T. allerdings auch eruptiven Ursprungs sein mögen.

Besonders in den fein struierten Schiefern sind nun basische Felsarten, aber meist nur in kleinen Massen, d. h. in dünnen Lagen, oft injektionsartig, weit verbreitet. Dadurch entsteht oft eine wahre Wechsellagerung mit den Paragesteinen. Amphibolite und Hornblendeschiefer, auch Strahlsteinschiefer sind die Hauptvertreter dieser basischen Glieder und erreichen eine ziemliche Mannigfaltigkeit. Titanreiche Granat-, Biotit-, Zoisit-, Epidot- und Albitamphibolite von meist sehr feinem Korn sind typisch für diese basischen Lagen. Sie entsprechen wohl ohne weiteres den „schistes verts basiques“, die Argand aus seinen „gneis fins“ beschreibt. — Einzelne saure,

massige Amphibolite mögen auch den Dioriten des Wallis entsprechen.

Neben diesen immer zu kristallinen Schiefern umgewandelten basischen Eruptiva gewinnen aber noch solche Bedeutung, welche mit Ausnahme einer stark ausgeprägten Metamorphose der Feldspäte und einer oft bedeutenden Mylonitisierung ihren Massengesteinscharakter noch beibehalten haben. Es handelt sich dabei meist um grössere Stöcke von Gabbro. Teils ist derselbe ein mittelkörniger, grauer Hornblendegabbro mit oft prachtvollen Augitrelikten, teils kann auf denselben ohne weiteres der alte Gerlach'sche Name der „gabbros blancs" des Wallis angewendet werden. Die Ähnlichkeit mit den mir bekannten Gabbros von Haudères und den Aiguilles Rouges, die zwar ins Mesozoikum der „Zone du Combin" gehören, rein petrographisch aber doch den Euphotiden der Série de Valpelline entsprechen (3, p. 46; 9, p. 195), ist in manchen Fällen sehr gross. Auch diese Fedozer Gabbros liefern durch ihre Metamorphose die gleichen schönen Zoisitamphibolite wie ihre Analoga im Wallis. An manchen Stellen finden wir sogar deren Fuchsitführung wieder. Diallag traf ich in diesen Fedozergesteinen nur vereinzelt. Aus den Moränen des Vadret Fedoz kenne ich endlich noch rötlichviolette Titanaugitgabbros von ähnlichem Aussehen wie gewisse Gabbros des Mont Collon. Neben diesen verschiedenen Gabbrotypen treten, aber mehr untergeordnet und stark mylonitisiert, auch richtige Diorite auf. Meist führen sie Pyroxen und Hornblende, ihre Plagioklase sind wie die der Gabbros immer saussuritisiert. Oft erinnern sie durch ihre bläuliche Färbung an basische Monzonite oder gewisse blaue Diorite der Berninadecke.

Endlich sind ultrabasische Gesteine wie Hornblendite und Serpentine oder deren metamorphen Äquivalente, Ofensteine, Strahlstein- und Talkschiefer, in der Fedozserie, doch nicht sehr, verbreitet.

Es finden sich also in der Fedozserie mit Ausnahme der richtigen Kinzigite alle die kristallinen Schiefer, die Argand aus der Para-Abteilung der Série de Valpelline beschreibt, und es finden sich auch eine Reihe basischer Gesteine, welche für dieselbe typisch sind. Dass gewisse Diorite vielleicht schon als Amphibolite erscheinen, und dass z. B. die schönen Hypersthen- und Olivingabbros des Mont Collon im Fedoz nicht bekannt sind, darf angesichts der beschränkten Natur solcher Intrusiva bei so grosser räumlicher Entfernung nicht wundernehmen. Die Hauptsache ist die gleiche Ausbildung der Paraserie und das Vorkommen vieler gleicher basischer Typen in beiden Gebieten.

Damit ist aber die Fedozserie noch lange nicht erschöpft. Auch das Hauptcharakteristikum der Série de Valpelline: Marmore und Kalksilikatfelse, gehören zum Grundbestand der Fedozserie. In unzähligen Lagen, Bänken und Linsen liegen sie in dem oben beschriebenen Substrat und sind mit demselben durch innige Wechsellagerung verbunden. Infolge der grösseren Nähe der ostalpinen Deckenkerne sind diese Lagen und Bänke viel häufiger in Linsen zerrissen und zu Knollen zerdrückt als im Wallis. Hingegen finden wir die ganze petrographische Reichhaltigkeit dieser Marmorserie, vielleicht in noch höherem Masse, in der Fedozserie wieder.

Wie im Wallis sind diese Marmore mit Vorliebe von sauren Intrusivgesteinen durchadert, durchzogen und metamorphosiert. Doch finden sich auch viele Stellen, wo dieselben mit basischem Material durchdrungen sind. In ersterm Fall handelt es sich fast durchgehend um Aplite und Pegmatite, weniger um eigentliche Granite. Das basische Material hingegen steht mit den oben genannten Amphiboliten und Gabbros in Verbindung.

Durchwegs aber sind alle diese Intrusivgesteine enorm geschiefert und gequält, die Pegmatite in Linsen zerrissen, die Aplite verbogen und gefältelt, die Granite mylonitisiert, keine Spur mehr von einem ursprünglichen gesunden Massengestein. Keine Spur auch von Fornogranit, der doch in der Nähe ansteht, keine Spur von den prachtvollen Pegmatiten oder Apliten, die z. B. am Monte del Forno als völlig massige Apophysen das Deckenland durchschwärmen (12, 15). Alle diese die Marmore und Schiefer begleitenden sauren Intrusiva sind alt und damit die Marmore auch. Im Mesozoikum der rhätischen Decke sind ganz andere Gesteinsarten entwickelt und vor allem ganz andere Gesteinsgesellschaften, es sei nur an Trias und Lias erinnert. Auch die normale Lage unter der Malojaserie weist die Fedozserie mit ihren Marmoren zum mindesten ins untere Paläozoikum. Im Silur der carnischen Alpen kennen wir in den sogen. Mauthener Schichten mit ihren Einschaltungen von Grauwacken, Quarziten, Kalken und Eruptivgesteinen eine Sedimentserie, die derjenigen, welche der Fedozserie einst vor ihrer Metamorphose zugrunde lag, sehr ähnlich scheint. Jedenfalls aber ist die ganze Fedozserie, und deren Marmore im besonderen, etwas ganz anderes als das wirkliche Mesozoikum der rhätischen Decke, deren Trias im Val Fedoz ganz nahe an unsere Gesteine heranreicht (29, 31).

Die petrographische Zusammensetzung der Karbonatgesteine ist äusserst wechselvoll. Von reinen Calcitmarmoren finden sich über Ophicalcite und Silikatmarmore alle erdenklichen Übergänge und alle möglichen Mineralkombinationen bis zu den wunder-

barsten Kalksilikathornfelsen. Deren Zusammensetzung richtet sich natürlich in erster Linie nach dem Ausgangsmaterial, dann nach der Art des umgebenden, den Kontakt bewirkenden Gesteins, und vor allem auch nach der Entfernung des Intrusivgesteins vom Marmor. Ich habe herrliche Übergänge von Apliten mit eingeschlossenen Kalksilikatfelsstücken über reine Kalksilikatfelse und Silikatmarmore zu reinen Marmoren im Val Fedoz konstatiert, innerhalb kleiner Strecken von wenigen Metern, ja manchmal enthüllt uns ein einziger grösserer Dünnschliff die intimen Zusammenhänge zwischen all diesen Übergangsstufen. Oft dringen die Aplite injektionsartig durch die Schiefer und Marmore und dann entstehen, wie im Wallis auch, prachtvoll gebänderte Gesteine, wo Silikatmarmore, Hornfelse und Aplitlagen völlig miteinander wechsellagern.

Von reinen Marmoren wurden bis jetzt nur Calcitmarmore gefunden. Besonderes Interesse verdient eine Marmorbreccie mit schon frühpaläozoisch, vielleicht caledonisch oder gar huronisch geschieferten Graphitquarzitbrocken. Dolomitmarmore scheinen zu fehlen, hingegen weisen die Diopsidfelse, die in der Gruppe der Fedozer Kalksilikatfelse eine grosse Rolle spielen, möglicherweise auf dolomitisches Ausgangsmaterial. Von Silikatmarmoren sind hauptsächlich Ophicalcite, dann vor allem Tremolitmarmore und solche mit Granat, Diopsid, Titanit und alkalischen Hornblenden überaus häufig. Wollastonit ist seltener, ebenso Phlogopit, Biotit und Vesuvian. Muskovit ist natürlich ohne weiteres verbreitet, ebenso Quarz. Hingegen spielen Mikroperthite, Mikrokline und basische Plagioklase, vor allem aber Epidot und Klinozoisit in diesen Marmoren eine grosse Rolle. Sehr bezeichnend sind auch fast rein weisse feinkörnige Marmore mit glänzenden schwarzen Körnchen und Blättchen von Graphit, ein Gestein, das auch für das Wallis überaus typisch sein soll.

Von den Kalksilikatfelsen endlich sind Diopsid- und Klinozoisit- oder Epidotfelse sehr verbreitet, Granat und Hornblende in grösseren Mengen fehlen fast keinem Gestein, ebenso Titanit und Biotit; basische Plagioklase und Titanaugite treten oft dazu, hie und da auch Vesuvian, und manchmal erscheint das Ganze noch durchadert von den Mikroperthit- und Quarzgebilden der Aplite.

Die Strukturen dieser Kontaktgesteine zeigen wie ihr Mineralbestand einen enormen Wechsel und offenbaren einen prachtvollen Einblick in das Wesen dieser noch so wenig bekannten Gesteinsfamilien. Kataklase ist oft vorhanden.

Die Texturen sind meist massig geblieben, doch herrscht im einzelnen entsprechend der Linsennatur der Vorkommnisse, be-

sonders an deren Rändern, sehr ausgeprägte Kristallisationsschieferung.

Endomorphe Kontakterscheinungen in den sauren Intrusivgesteinen, wie sie Argand aus dem Wallis beschrieben hat, kenne ich auch aus dem Fedoz. Auch hier gehen die weissen sauren Granite oder Aplite am Kontakt mit den Marmoren allmählich in basischere blaugraue Biotitdiorite, ja selbst Gabbros über.

Die Aplite sind aber nicht nur auf die Nachbarschaft der Marmore beschränkt, sondern auch in den Paraschiefern weit verbreitet. Sie werden sich wohl mit der Zeit mit irgendeinem Eruptivgneis in der Tiefe oder weiter im Süden in Verbindung bringen lassen.

Endlich finden sich in der Fedozserie in geringen Mengen auch noch Äquivalente der „blauen Granite“ des Wallis in Form von feinkörnigen, blaugrauen, biotitfreien Quarzdioriten und Dioriten. Genaue Analoga derselben hingegen kenne ich daselbst nicht.

Damit hätten wir in grossen Zügen die Leitgesteine der Fedozserie erwähnt. Hält man sich deren Haupttypen: die Marmore und Kalksilikatfelse, die Gabbros und Diorite, die granitisch-aplitische Injektion, die kleinen basischen Lagen und das Paraschiefersubstrat vor Augen, und berücksichtigt man deren charakteristische Vergesellschaftung, so wird man ohne weiteres zugeben müssen, dass die Fedozserie tatsächlich das fast unveränderte Äquivalent der Série de Valpelline darstellt. Mehr Ähnlichkeit kann man auf 150 km Distanz von dieser zu jener wirklich nicht verlangen.

Die Fedozserie ist aber keineswegs nur auf Val Fedoz beschränkt, sondern findet sich in fast gleicher Ausbildung unter ganz analogen Verhältnissen auch im Hintergrund von Fex. Von der Stirn des Vadret Fedoz lässt sie sich unter den massigen grauen Wänden des Piz Led und Güz in die Eiswände des Fora verfolgen, wo sie wenig südwestlich des Gipfels den Grenzgrat erreicht. Aber unter der Malojaseriegipfelkappe des Fora erscheint sie auf der Fexerseite wieder und zieht unter derselben weit nach Norden bis zum Plaun Vadret. An den Curunellas sieht man die gebänderte rostige Serie mit prachtvollen Kalksilikatfelsen wieder aufwärts ziehen bis wenig unter den Passo Tremoggia, und von dort aus beobachtet man sie deutlich in den Wänden des Piz Malenco und Sasso d'Entova, und westlich in den Südabstürzen des Fora. Überall bildet sie das Liegende der Malojaserie, genau wie in Wallis die Série de Valpelline das Liegende der Arollaserie bildet. Der Übergang zwischen den beiden Serien vollzieht sich, von weitem gesehen, ziemlich scharf, im Detail hingegen herrscht allmählicher lithologischer Übergang.

Die Ausbildung der Fedozserie im Fex ist fast in allen Punkten die gleiche wie im klassischen Fedoz, nur sind die Amphibolite etwas verbreiteter, und treten die Gabbros dafür etwas mehr zurück. Unter den ersteren ist besonders der schöne Granatamphibolit mit Gneiseinschlüssen vom Ende des Fexgletschers hervorzuheben.

Gegen Westen, am Murettopass, ist die Fedozserie noch nicht sicher festgestellt, die Verhältnisse sind dort durch Querfaltungen auch sonst stark kompliziert, und es ist wohl möglich, dass dieselbe auch in der Murettogegend sich in grösserer Verbreitung nachweisen lässt. Wahrscheinlich gehören die Amphibolite und Serpentine des Monte Muretto-Westhanges hieher. Gegen Osten hingegen dürfte sie keine grosse Ausdehnung mehr haben, sie scheint schon in der Marinelligegend, ganz sicher aber am Passo d'Uer zu fehlen (28). Wohl aber ist sie im Süden ziemlich verbreitet und zwar in den unteren Abspaltungen der rhätischen Decke, den Schuppen des Val Malenco. Zu diesen Schuppen sind nämlich unbedingt jene „äusserst wechselvollen Silikatmarmore und Kalksilikatfelse, welche in stellenweise recht bedeutender Mächtigkeit, vergesellschaftet mit eigenartigen hornblende-, granat- und epidotreichen Biotitgneisen, von Chiareggio bis gegen Chiesa in den Serpentin und Gabbroschiefer eingebettet sind", die Cornelius beschreibt (14, p. 264 u. 330), zu rechnen. Die granat-, hornblende- und epidotreichen Biotitgneise sind Typen der Fedozserie von Val Fedoz und Fex, und Marmore und Kalksilikatfelse gehören ja, wie wir gesehen haben, zum Grundbestand der Serie, so dass im Zusammenhang mit der tektonischen Lage dieser Malencoschuppengesteine an deren Zugehörigkeit zur Fedozserie nicht gezweifelt werden kann.

Endlich möchte ich noch darauf hinweisen, dass an der Margna zwischen den Malojagneisen sich nochmals Gesteine finden, die mit solchen der Fedozserie eine gewisse Ähnlichkeit haben, und zwar biotit- und hornblendereiche Schiefer und -Gneise, Granatgesteine, Gabbros und Marmore. Möglicherweise gehören dieselben wirklich zur Fedozserie, und dann würde dieselbe als Kern einer liegenden Falte in die Malojaserie eingeschaltet erscheinen, ähnlich wie im Wallis die Valpellinegesteine in die Arollaserie. Die Margnagipfelregion wäre dann tektonisch ungefähr dasselbe wie die Gipfelkappe des Matterhorns. Doch sind diese Verhältnisse im einzelnen noch zu prüfen, und betrachte ich diese spezielle Angelegenheit noch nicht als erledigt.

Hingegen glaube ich nun nachgewiesen zu haben, dass nicht nur Mesozoikum und Arollaserie der Dentblanchedecke sich im südlichen Oberengadin wieder finden, sondern vor allem auch die Série

de Valpelline. Deren Entdeckung und die Feststellung ihrer grösseren Verbreitung am Grunde der kristallinen Kerne der rhätischen Decke scheint mir denn auch für die gesamte Frage, ob diese mit Recht als Dentblancheäquivalent bezeichnet wurde oder nicht, von entscheidender Bedeutung.

Aber auch in den Wurzelzonen des Tessins, als dem direkten tektonischen Bindeglied zwischen rhätischer und Dentblanchedecke fehlt die Série de Valpelline keineswegs. Dort sind zwar die Paraschiefer und -gneise vor allem stärker als Vertreter der tiefern Zonen entwickelt, aber daneben finden wir die typischen Gesteine der Valpelline: Marmore, Kalksilikatfelse, basische Massen, und auch die Kinzigite, wieder. So konnte ich dieselben in grosser Verbreitung vor allem in der Fortsetzung der Arbedozone gegen Locarno zu feststellen, zum Teil aber auch schon in der Arbedozone selber. Östlich des Tessins scheinen nur Biotitgranatgneise und die basischen Massen vertreten zu sein, letztere als Amphibolite, Hornblendeschiefer, Peridotite und Serpentine. Ob gewisse Marmore im Tobel von Val d'Arbedo Äquivalente der Valpellinemarmore oder stark injiziertes Mesozoikum sind, vermag ich vorderhand nicht einwandfrei zu entscheiden; doch scheinen dieselben tatsächlich nördlich des mesozoischen Tabiozuges durchzustreichen, (29) und könnten daher wohl als Valpellinegesteine aufgefasst werden.

Typischer konnte ich die Valpellinegesteine westlich des Tessin in der Fortsetzung der Arbedozone nachweisen, in jenem breiten Streifen altkristalliner Gesteine, der sich zwischen den mesozoischen Kalken und Marmoren der Val Gnosca und den Silikatmarmoren, Grünschieferamphiboliten und triadischen Dolomitmarmoren der Valle della Pesta, der Fortsetzung des Canavese, gegen Locarno und das Centovalli hin erstreckt. Hieher gehören vor allem die basischen Gesteine der Val Gorduno, die U. Grubenmann beschrieben hat: Granatolivinfelse, Eklogite, Olivinfelse, Serpentine, Amphibolite, daneben Strahlstein-, Chlorit- und Talkschiefer. Auch wirklicher Peridotit konnte in diesen Massen noch gefunden werden. Die Granatolivinfelse scheinen auf Val Gorduno beschränkt zu sein, die Eklogite, Granatamphibolite, Hornblendeschiefer, Serpentine und Peridotite hingegen finden sich auch noch anderswo, so gewöhnliche Amphibolite an mehreren Stellen im Val Gorduno, südlich der Alp Arrami, Eklogite, Granatamphibolite, Hornblendeschiefer und Serpentine im Val Carcale ob Cugnasco, auf den Terrassen, die von dort gegen Bellinzona und Gorduno ziehen, und im Valle Carasso. Die Amphibolite der Melezzazone im Centovalli gehören mit hieher. — Neben diesen basischen Massen finden sich Kinzigite, d. h. sillimanitführende

Granatbiotitgneise, an mehreren Stellen im Val Gorduno, die sich petrographisch von den analogen Gesteinen der Ivreazone aus der Region von Bellinzona kaum unterscheiden lassen (vergl. 29). Hornblendegneise, wie sie im Val Fedoz verbreitet sind, finden sich in der Nähe der basischen Gesteine im Val Carcale. — Silikatmarmore und Kalksilikatfelse endlich kenne ich ebenfalls aus Val Gorduno, von San Carpoforo und Val Carasso in ähnlichen Verbandsverhältnissen wie im Val Fedoz oder in der benachbarten Zone von Ivrea. Sicher sind auch die nördlichen Marmorzüge der Val Verzasca mit ihren rostigen Glimmerschiefern und Amphiboliten zur Série de Valpelline zu rechnen, und nicht zum Canavese, wie ich es zum Teil auch schon in meiner „tektonischen Karte der südöstlichen Schweizeralpen", wenigstens für die nördlichsten Vorkommnisse gegen Mergoscia hin, angedeutet habe.

Auch diese Serie war bisher nicht bekannt. Auch sie ist ohne weiteres als Série de Valpelline zu betrachten, genau wie die Fedozserie. Damit haben wir nun auch in den Wurzeln das Bindeglied zwischen der Serie des Westens und der des Ostens gefunden. In der Sesiazone waren die Äquivalente der Valpellinegesteine schon längst bekannt als die sogenannte 2. Ivreazone, und unsere Vorkommnisse im Tessin reihen sich derselben nun in willkommener Weise an. Möglicherweise kann diese nördliche 2. Zone von Ivrea später auch noch weiter im Osten, z. B. am Lago di Mezzola, nachgewiesen werden, doch ist dies für unsere Zwecke vorderhand gar nicht nötig, da dieselbe auch weiter im Westen nicht im geringsten durchgehenden Charakter hat, sondern mehr oder weniger als lokale Einschaltung in den Sesiagneisen erscheint. Man vergleiche nur die Karte von Argand! (5)

Damit ist die Série de Valpelline sowohl in der rhätischen Decke Bündens als auch in deren Wurzel im südlichen Tessin nachgewiesen.

Die rhätische Decke als Äquivalent der Dentblanche.

Es ist mir also gelungen, sämtliche drei Serien der Walliser Dentblanchedecke in fast allen ihren Einzelheiten in der rhätischen Decke Bündens wiederzufinden und nachzuweisen. Einzig die grosse Masse der granitischen Arollagesteine ist in Bünden viel weniger entwickelt. Dass dieselbe aber als Intrusivmasse sich unverändert vom Wallis bis nach Bünden ziehe, ist auch gar nicht zu erwarten, sind doch alle Intrusivmassen der Schweizeralpen mehr oder weniger lokale Bildungen, ich erinnere nur an Disgrazia und Adamello, an

die Berninagesteine, die Rofnaporphyre, den Protogin der Flüelagegend, die Gotthardgranite, oder an Gastern- und Puntaiglasgranit. Kein einziges dieser Intrusiva geht unverändert durch die ganze tektonische Einheit hindurch, in der es sich findet (vergl. 17). Es bildet also das Zurücktreten der massigen Intrusiva in der rhätischen Decke gegenüber der Dentblanche absolut kein Hindernis, die beiden Decken als identisch zu erklären. Die leitenden Gesteine können auf solch lange Strecken nur in den kristallinen Paraserien und im Mesozoikum gesucht werden, und diese sind in beiden Decken völlig übereinstimmend.

Das Mesozoikum der rhätischen Decke für sich allein wäre allerdings nicht absolut massgebend für die Identität der beiden Decken, denn sowohl Quarzite wie Dolomite der Trias als auch Liasbreccien, Liaskalke und Liasquarzite finden sich in ganz gleicher Ausbildung in gewissen Regionen der Bernharddecke (8, 2, 6), und gewisse Liasbreccien des Fex z. B. sind von der sogenannten „brèche du télégraphe“ des Briançonnais an der Bernhardstirn nicht zu unterscheiden. Auch das obere Paläozoikum: Sericitschiefer, Prasinite und Graphitphyllite, stimmt oft sehr stark mit den entsprechenden Zonen des Grossen St. Bernhard (6). Das Mesozoikum der Stirnteile der Dentblanche- und der Bernharddecke gleicht sich eben auffallend, und wir treffen hier wie an noch so vielen Stellen in den Alpen, in zwei Gebieten, die einst weit voneinander lagen und heute zu ganz verschiedenen Decken gehören, die gleiche Facies des Mesozoikums. Die mesozoische Facies der rhätischen Decke kann also für sich allein die Identität derselben mit der Dentblanche nie beweisen.

Hält man dieselbe aber zusammen mit der Ausbildung der Paramalojaserie und der Fedozserie, ferner mit dem tektonischen Zusammenhang der beiden Decken durch die Wurzelzone, der zwar durch das Disgraziamassiv unterbrochen ist, sich aber indirekt anhand der Tonale-Ivreazone beweisen lässt, so muss die Dentblanchenatur der rhätischen Decke Bündens unbedingt als bewiesen gelten.

Die rhätische Decke des Oberengadins ist daher mit völliger Sicherheit die östliche Fortsetzung der Dentblanchedecke.

Mit dieser Feststellung kommen wir nun anderseits auch zu wichtigen Resultaten über die Natur der Dentblanchedecke des Wallis. Zunächst wissen wir nun mit Sicherheit, dass dieselbe tatsächlich, wie Argand schon lange vermutet, die höchste penninische Decke ist, und dass darüber unmittelbar die untersten ostalpinen Decken folgen.

Die ostalpine oder gar dinarische Herkunft der Dentblanche ist damit definitiv begraben.

Unser Ergebnis lässt sich aber auch stratigraphisch verwerten. Wir können nun die Schichtfolge der Dentblanchedecke, die uns bisher nur vom Carbon bis in den Lias bekannt war, um ein Beträchtliches erweitern. Denn die Sedimente der rhätischen Decke des Oberengadins sind nun eben gleichzeitig auch die der Dentblanche. Im Oberengadin haben wir über der Trias den Lias in Breccien- und Schisteslustrésfacies, den Dogger als Schisteslustrés oder als Aptychenkalk und den Malm als Radiolarit. Jüngere Sedimente sind dort bis jetzt, abgesehen von einigen etwas unsicheren Breccien (Kreide?) nicht bekannt. Hingegen gehört zur rhätischen Decke und damit natürlich nun auch zur Dentblanche, der eocäne Flysch der Schamserdecken, des Oberhalbsteins und wohl auch des Prättigau. Es wären damit zum ersten Male Dogger, Malm und alttertiärer Flysch in der Dentblanchedecke nachgewiesen, ein Resultat, das durch die obigen und andere Studien genügend gesichert ist (25, 28, 29, 30, 33). Über die Kreide der Dentblanche lassen sich noch keine sicheren Angaben machen. Deren südlicher Teil wurde wohl schon in der mittleren Kreide von den anrückenden ostalpinen Decken überfahren, und so erklärt sich dort das Fehlen derselben. Über den heutigen mittleren und nördlichen Teil der Decke stehen leider genauere Untersuchungen noch aus. Aber es darf doch schon mit als ein Resultat dieser Arbeit hervorgehoben werden, dass wir nun die Sedimente der Dentblanchedecke kennen vom Carbon hinauf bis ins Eocän und umgekehrt wohl hinab bis ins Silur.

Die „rhätische Decke des Oberengadins“ ist die Fortsetzung der Dentblanche. Damit können wir dieselbe von nun an einfach zur Dentblanchedecke zählen, sie auch als solche benennen und uns damit allmählich von der unklaren Benennung der „rhätischen“ loslösen. Denn von der nun wohldefinierten Einheit der bisher so benannten Oberengadiner Decke unterscheiden sich die alten Steinmann'schen Deckenreste im Rhätikon und in den Préalpes doch so stark, dass sie nicht ohne weiteres mit derselben zusammengehängt werden können. So wird ein ostalpiner Ursprungsort der Waadtländer rhätischen Decke nach den Untersuchungen von Jeannet immer wahrscheinlicher, und auch für den Rhätikon ist dies sehr naheliegend (33). Jeannet hat in Jura und Kreide seiner „nappe rhétique“ eine grosse Zahl typisch ostalpiner Züge gefunden (18), und damit bleibt die Steinmann'sche Auffassung, dass die rhätische Decke immer an die Unterlage der ostalpinen gebunden sei, nur noch in bezug auf die Oberengadiner Decke und ihre sicheren Abkömmlinge: Schamser und Plattadecken, richtig.

Es ist deshalb vorzuziehen, diese gut definierte „rhätische Decke des Oberengadins“ aus dem Wirrwar der übrigen „rhätischen“ Decken loszulösen, und es wäre wohl ohne Zweifel das einfachste, sie von nun an kurzerhand als Dentblanchedecke zu bezeichnen. An Klarheit und Prägnanz liesse diese Benennung nichts zu wünschen übrig. Aber andererseits erschiene es unnatürlich, in der Bündnergeologie immer nur von einer Dentblanchedecke zu sprechen, besitzen doch sonst alle Bündnerdecken durchwegs einheimische Namen, auch wenn man noch so gut weiss, dass sie die Aquivalente gewisser Walliserdecken sind. Von der Adula-, Tambo-, Surettadecke wissen wir sofort, um was es sich handelt; nennen wir dieselben aber Bernhard- und Monterosadecke, so denken wir dabei unwillkürlich zuerst an das Wallis und sind der Klarheit wegen immer genötigt, noch den Zusatz „in Graubünden“ anzufügen. Es ist daher das Beste, die „Dentblanchedecke in Bünden“, genau wie die bündnerischen Teile der Bernhard- und Monterosadecke, mit einem eigenen Lokalnamen zu bezeichnen. Der bis jetzt für diese Komplexe übliche Name „rhätische Decke“ ist aber mehr als zweideutig geworden, und so bleibt uns nichts anderes übrig als denselben zu verlassen und einen neuen Deckennamen zu schaffen. Da nun alle andern bündnerischen Decken nach Berggipfeln oder Massiven benannt sind, so wollen wir nun auch den „bündnerischen Teil der Dentblanchedecke“, d. h. die „rhätische Decke des Oberengadins“, nach einer bekannten Berggestalt der Gegend benennen. In erster Linie kommt dafür wohl der Piz della Margna in Frage, und wir gelangen so zu der kurzen und klaren Bezeichnung „Margnadecke“.

Ich schlage daher vor, die „**rhätische Decke des Oberengadins**“ von nun an allgemein als **Margnadecke** zu bezeichnen.

Es erscheint damit von nun an die **Margnadecke** als der Repräsentant der **Dentblanchedecke** in Graubünden.

Es bleibt mir des Zusammenhanges halber noch übrig, kurz die einzelnen Glieder der Dentblanchedecke in Bünden, d. h. der Margnadecke zu nennen. Dazu gehören einfach alle Bestandteile im Deckensystem Bündens, die ich vor Jahresfrist als zur rhätischen Stammdecke gehörig bezeichnet habe, also von unten nach oben: die kristallinen Kerne von Fex und Fedoz, bestehend aus Fedozserie und Malojaserie, und deren mesozoische Hülle, dann die Schuppenregion von Puschlav, Oberengadin und Schams, die Schamserdecken, ferner die Zone der Ophiolithe inklusive der Plattadecke im Oberhalbstein, und endlich die jungen Schieferkomplexe im Oberengadin und Oberhalbstein, deren Fortsetzen in die Prättigauschiefer immer wahrschein-

licher wird (s. 30). Dass nicht in jedem Fall im Schams oder im Oberhalbstein, oder im Prättigau und im Unterengadin gerade von Dentblanche- oder Margnadecke gesprochen werden muss, dafür sorgen ja die reichlichen Lokalnamen ohnehin.

Auch für die andern noch „rhätische Decke“ benannten kleineren wurzellosen Massen im Rhätikon, bei Iberg oder in den Préalpes romandes, schlage ich vor, bis zur endgültigen Festlegung ihrer jeweiligen Zugehörigkeit zu einer alpinen Stammdecke Lokalnamen zu gebrauchen. So würde allmählich der nun zweideutig gewordene Name der rhätischen Decke verschwinden, und damit die Nomenklatur der alpinen Decken wieder um vieles klarer.

Benutzte Literatur.

1. Emile Argand, Sur la tectonique du massif de la Dentblanche. C. R. 1906.
2. — Carte géologique du massif de la Dentblanche. Matér. carte géol. Suisse, carte spéciale 52, 1908.
3. — L'exploration géologique des Alpes Pennines Centrales. Bull. Soc. Vaud. Sc. nat., t. XLV, 1909.
4. — Les nappes de recouvrement des Alpes Pennines et leurs prolongements structuraux. Matér. carte géol. Suisse, nouv. sér., livr. XXXI, 1911.
5. — Les nappes de recouvrement des Alpes occidentales. Ibid., livr. XXVII. Carte spéciale 64 et coupes, 1911.
6. — Sur la tectonique de la grande zone permo-houillère des Alpes Occidentales. Eclogae Geol. Helv., t. XI, p. 747 ff., 1911.
7. — Sur les plis transversaux des Alpes Occidentales et sur la tectonique du Tessin septentrionale. Extr. Suisse libérale, 1915.
8. — Sur l'arc des Alpes Occidentales. Eclogae Geol. Helv., t. XIV, livr. 2, p. 146, 1916.
9. — Compte-rendu de l'excursion de la Soc. géol. Suisse à Zermatt, t. XIV, 1, 1916.
10. H. P. Cornelius, Über die rhätische Decke im Oberengadin und den südlich benachbarten Gegenden. Zentralbl. f. Min., Geol. und Pal., 1912.
11. — Petrographische Untersuchungen in den Bergen zwischen Septimer und Julierpass. N. J. f. Min. Beil.-Bd. 35, 1912.
12. — Geologische Beobachtungen im Gebiete des Fornogletschers. Zentralbl. f. Min., Geol. und Pal., 1913.
13. — Über die Stratigraphie und Tektonik der sedimentären Zone von Samaden. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, n. F., 45. Lief., 1914.
14. — Zur Kenntnis der Wurzelregion im untern Veltlin. N. J. f. Min., Geol. etc. Beil.-Bd. XL. 1915.
15. — Geologische Beobachtungen in den italienischen Teilen des Albigna-Disgraziamassivs. Geol. Rundschau, Bd. VI, Heft 3, 1915.
16. U. Grubenmann, Der Granatolivinfels des Gordunotales. Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges Zürich, 1908.
17. Alb. Heim, Geologische Karte der Schweiz, 1 : 500,000, II. Aufl., 1911.

18. Alphonse Jeannet, Etudes stratigraphiques dans les Préalpes Vaudoises. Mat. carte géol. Suisse, n. S., livr. XXXIV, 1912.
19. Maurice Lugeon, Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. Bull. Soc. Géol. France, 1901.
20. — Sur la coupe géologique du massif du Simplon. C. R. 17. II, 1902.
21. Novarese V., La zona d'Ivrea. Boll. Com. Geol. d'Italia, 1907.
22. W. Radeff, Geologie des Gebietes zwischen Lago Maggiore und Melezza. Ecl. Geol. Helv., Vol. XIII, 1915.
23. H. Schardt, Die modernen Anschauungen über den Bau und die Entstehung des Alpengebirges. Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges. St. Gallen, 1906.
24. C. Schmidt, Über die Geologie des Simplongebietes und die Tektonik der Schweizeralpen. Eclogae Geol. Helv., Vol. IX, 4, 1907.
25. R. Staub, Zur Tektonik des Berninagebirges. Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. Zürich, 1914.
26. — Über granitische und monzonitische Gesteine im westlichen Berninagebirge. Inaug.-Diss. Zürich, 1915.
27. — Petrographische Untersuchungen im westlichen Berninagebirge. Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. Zürich, 1915.
28. — Tektonische Studien im östlichen Berninagebirge. Ebenda 1916.
29. — Zur Tektonik der südöstlichen Schweizeralpen. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, n. F., XLVI. Lief. Spezialkarte 78, 1916.
30. — Zur Geologie des Oberengadin und Puschlav. Ecl. Geol. Helv., Vol. XIV, p. 221, 1916.
31. — Bericht über die Exkursion der Schweiz. geol. Ges. im Oberengadin und Puschlav. Ecl. Geol. Helv., 1917.
32. G. Steinmann, Die Schardt'sche Überfaltungstheorie etc. Ber. d. Nat. Ges. Freiburg i. B. Bd. VI, 1906.
33. D. Trümpy, Geologische Untersuchungen im westlichen Rhätikon. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, n. F., XLVI. Lief. Spezialkarte 79, 1916.
34. F. Zyndel, Über den Gebirgsbau Mittelbündens. Ebenda, XLI. Lief., 1912.
35. — Über die Bündnerschieferregion des Schams und Avers. Ecl. Geol. Helv., Vol. XII, 1913.

Über die ersten Stadien der geotropischen Krümmung.

Von

Arthur Tröndle.

(Als Manuskript eingegangen am 7. April 1917.)

Als Objekt für die im folgenden mitgeteilten Versuche dienten die Keimwurzeln von *Lupinus albus*. Solche Wurzeln sind, besonders in noch jüngerem Zustande, am Ende in ähnlicher Weise zugespitzt wie ein Bleistift. Bringt man sie in geeigneter Weise im feuchten Raum in Horizontallage, so beginnt nach einiger Zeit infolge der Reizung durch die Schwerkraft die geotropische Reaktion und zwar, wie bekannt, an der Spitze. Man beobachtet, wie der symmetrische, konusartige, $2^1/_2$—3 mm lange Endteil beginnt assymmetrisch zu werden. Diese Asymmetrie wird schliesslich so stark, dass die untere, erdwärts gewendete Flanke der Wurzel bis in die alleräusserste Spitze hinaus geradlinig erscheint. Die Reaktion geht weiter, so dass nach einiger Zeit die untere Flanke im Spitzenteil nach abwärts gekrümmt erscheint. Diese Krümmung greift mehr und mehr auf die hintern Teile der Wurzel über, bis schliesslich der Endteil senkrecht abwärts in die Richtung der Schwerkraft eingestellt ist.

Wie schon lange bekannt ist, kommt diese Krümmung durch ungleiches Wachstum der opponierten Flanken zustande, wobei es sich nicht um eine Neubildung von Zellen in der obern konvex werdenden Flanke, sondern bekanntlich nur um eine Vergrösserung der Zellen, um Streckungswachstum handelt. Dabei findet eine Vergrösserung der Längswände der Zellen durch Flächenwachstum statt. Legt man Wurzeln mit guter geotropischer Krümmung in plasmolysierende Lösungen, so bleibt nämlich die Krümmung unverändert. Die Spannung der Zellwände, die durch den osmotischen Druck im Zellinnern hervorgerufen wird, ist nun aber aufgehoben. Trotzdem bleibt der Längenunterschied zwischen den Wänden der obern und der untern Flanke erhalten, weil dieser Unterschied durch ungleich starkes Wachstum der Zellwände hervorgerufen wurde.

Eine der ersten Folgen der geotropischen Reizung besteht also darin, dass die Zellen in der obern konvex werdenden Flanke der Wurzel ihre Längswände im stärkeren Masse durch Wachstum verlängern als in der untern konkav werdenden Flanke.

Wenn nun auch die spätern Stadien der geotropischen Krümmung auf die geschilderte Weise zustande kommen, so ist doch mit der Möglichkeit zu rechnen, dass die allerersten, noch schwachen Krümmungsstadien die Folge anderer innerer Prozesse sind. Es wäre denkbar, dass auf die geotropische Reizung die Zellen zuerst mit einer Änderung ihres osmotischen Druckes antworteten, entweder mit einer Erhöhung in der obern oder einer Verminderung in der untern Flanke, oder mit beiden Änderungen zugleich, das heisst, dass also hier im Prinzip zuerst dieselben Vorgänge einträten, wie wir sie bei den Variationsbewegungen kennen. Während aber bei diesen, wie z. B. bei den seismonastischen Bewegungen, auf die Turgoränderung keine weiteren Veränderungen erfolgen, so dass das Organ nach dem Rückgang der Krümmung dieselbe Länge hat wie vorher, würde bei den Nutationsbewegungen die auch hier anfänglich vorhandene ungleiche Turgordehnung der opponierten Flanken später durch Wachstum fixiert. Die tropistischen Variationsbewegungen, die durch eine ungleiche Änderung des osmotischen Druckes der opponierten Flanken der Gelenkpolster zustande kommen, und die bei längerer Reizung schliesslich auch durch Wachstum fixiert werden können, würden das Zwischenglied bilden.

In der Literatur liegen bereits verschiedene, zum Teil schon ältere Angaben vor, die hier in Betracht kommen. De Vries (1880) fand, dass bei geotropisch gekrümmten Stengeln die Krümmung, wenn sie noch nicht zu stark ist, in plasmolysierenden Lösungen wieder mehr oder weniger zurückgeht. Er schloss daraus, dass die Krümmung, wenigstens anfänglich, durch eine Erhöhung des Turgors in der konvex werdenden Flanke hervorgerufen würde.

Wortmann (1887) bestimmte auf plasmolytischem Wege den osmotischen Druck an Schnitten und fand keinen Unterschied zwischen den Zellen der konvexen und der konkaven Seite. Noll (1888) wiederholte diese Messungen mit demselben negativen Ergebnis. Er fand sogar in manchen Fällen in den Zellen der Konvexseite einen etwas geringeren Druck als in denen der Konkavseite, das besonders dann, wenn die Krümmung stark war. Diese Ergebnisse von Wortmann und Noll sind später durch Kerstan (1909) bestätigt worden, der weder während der Krümmung noch unmittelbar vor ihrem Beginn eine Turgorsteigerung in der konvex werdenden Flanke

nachweisen konnte und zum Teil sogar wie Noll eine kleine Abnahme konstatierte.

Noll lehnte die Annahme einer Turgorsteigerung in der konvex werdenden Flanke, wie sie von de Vries angenommen war auf Grund seiner eigenen Versuche mit vollem Recht ab. Da er aber anderseits die Richtigkeit der Experimente von de Vries bestätigte, so musste er eine andere Erklärung dafür suchen. Er kam zur Annahme, dass infolge der geotropischen Reizung die Dehnbarkeit der Zellwände in der konvex werdenden Flanke erhöht wird. Dann muss natürlich bei gleichbleibendem Turgor eine Krümmung des ganzen Organes eintreten. Noll hat diese Änderung der Dehnbarkeit durch interessante Dehnungsversuche nachzuweisen versucht, die aber nicht ganz eindeutig sind. Übrigens hatte bereits Wortmann Experimente gemacht, die sich im gleichen Sinne deuten lassen (siehe 1889, Seite 470).

Gegen de Vries hat Pfeffer eingewendet, dass seine Versuche nicht streng beweisend seien, da oft längere Zeit bis zum Rückgang der Krümmungen in den Salzlösungen verstrich. In dem Fall wäre die Möglichkeit eines autotropischen Ausgleiches durch Wachstum der Konkavflanke nicht ohne weiteres abweisbar.

Da ich, in weiterer Verfolgung früherer Untersuchungen (1913, 1915) über die geotropische Reaktion, die Analyse nun auf die innern Vorgänge ausdehnen wollte, so war als Vorarbeit zuerst einmal die Richtigkeit der besprochenen Literaturangaben zu prüfen. Die folgenden Versuche sind alle, wie bereits erwähnt, mit den Keimwurzeln der weissen Lupine ausgeführt. Die Krümmung wurde mit einem Zyklometer nach Sachs gemessen.

Das Ergebnis dieser Versuche war folgendes: Schwache Krümmung ging in starken Salzlösungen in sehr kurzer Zeit (2—5 Min.) mehr oder weniger stark zurück und erschien bei Übertragung in Wasser sehr bald (nach etwa zehn Minuten) wieder in der früheren Stärke. Aus zahlreichen Versuchen sei ein Beispiel angeführt.

3,56 h. in NaCl, 2 Mol., Krümmungsradius: 12 mm,
4,01 Krümmungsradius: 50 mm,
4.03 „ 50 „ Übertragung in Leitungswasser,
4,05 „ wieder 12 mm.

Der Rückgang der Krümmung in starken Salzlösungen ist also eine Folge der Plasmolyse und kein autotropischer Ausgleich durch Wachstum. Weiter wurde festgestellt, wie stark die Krümmung sein muss, damit in plasmolysierenden Lösungen kein vollständiger Ausgleich mehr eintritt. Darüber orientiert die folgende Tabelle:

vor der Behandlung		nach der Behandlung mit 2–4 Mol. NaCl		
Krümmungsradius	Krümmungsstärke [1])	Krümmungsradius	Krümmungsstärke	Änderung
6 mm	0,166	10 mm	0,100	— 39,8 %
8 „	0,125	16 „	0,062	— 50,4 „
10 „	0,100	20 „	0,050	— 50 „
12 „	0,083	52 „	0,019	— 77,2 „
14 „	0,071	60–∞ mm	0,016–0–0,008	— 88,8 „
18 „	0,055	„	0	— 100 „
20 „	0,050	„	0	„
28 „	0,035	„	0	„
30 „	0,033	„	0	„
32 „	0,031	„	0	„
50 „	0,020	„	0	„
60 „	0,016	„	0	„
70 „	0,014	„	0	„

Ein völliger Rückgang der Krümmung erfolgte, wenn der Radius nicht kleiner war als 18 mm. War die Krümmung stärker, der Radius kleiner als 18 mm, so ging die Krümmung nur noch teilweise zurück, und zwar um so weniger, je stärker sie war. Immerhin wurde bei einem Krümmungsradius von bloss 6 mm noch ungefähr $^1/_3$ der Krümmung wieder ausgeglichen. An den Angaben von de Vries ist also kein Zweifel mehr möglich.

Der oben gemessene Krümmungsradius bezieht sich auf die untere Flanke der Wurzel. Bevor aber eine Krümmung des Wurzelkörpers eintritt, wird, wie bereits erwähnt, zuerst die symmetrische Spitze asymmetrisch. Diese Asymmetrie verhält sich gleich wie die Krümmung der ganzen Wurzel. Solche, deren Spitzenasymmetrie so stark war, dass die untere Flanke bis in die äusserste Spitze hinaus gerade erschien, wurden in 4 Mol. NaCl gelegt. Unter zehn Wurzeln ging bei sechs die Asymmetrie in zirka fünf Minuten vollständig zurück, so dass die Spitze wieder genau symmetrisch war. Bei drei Wurzeln trat erst ein geringer Rückgang ein, dann wurde die Spitze wieder asymmetrisch, wie sie vorher gewesen war. Bei einer Wurzel trat keine Veränderung ein. Die zwei letztern Fälle erklären sich durch die sehr grosse Permeabilität der Zellen der Wurzelspitze für Salze, auf die ich an anderer Stelle eingehen werde. (Siehe auch die vorläufige Mitteilung 1915.) Nimmt man zur Plasmolyse der asymmetrischen Wurzelspitze das nur langsam eindringende $Ca(No_3)_2$ in der Konzentration von 1 Mol., so verschwindet die Asymmetrie

[1]) Gleich dem reziproken Wert des Radius.

in 7—15 Minuten und erscheint nach Übertragen in Wasser in 5—10 Minuten wieder vollständig.

Es ist somit sicher, dass die ersten Stadien der geotropischen Krümmung irgendwie mit ungleich starker Dehnung der Zellwände in den antagonistischen Flanken im Zusammenhang stehen, denn die Krümmung geht zurück, wenn durch Einlegen in plasmolysierende Lösung der osmotische Druck der Zellen, der diese Dehnungen hervorruft, aufgehoben wird.

Man kann den osmotischen Druck der Zellen auch auf andere Weise aufheben, durch Tötung des Protoplasmas durch kochendes Wasser. Man sollte erwarten, dass in dem Fall die Krümmung in derselben Weise zurückgeht, wie vorher in den Salzlösungen. Das war nun aber keineswegs der Fall, wie die folgende Tabelle zeigt.

vor der Behandlung		nach der Behandlung mit kochendem Wasser		
Krümmungsradius	Krümmungsstärke	Krümmungsradius	Krümmungsstärke	Änderung
6 mm	0,166	6,33 mm	0,157	— 5,5 %
8 „	0,125	8 „	0,125	0
10 „	0,10	10 „	0,10	0
12 „	0,083	12,57 „	0,079	— 4,82 „
14 „	0,071	14 „	0,071	0
20 „	0,050	20 „	0,050	0
22 „	0,045	30 „	0,033	— 26,66 „
28 „	0,035	34 „	0,029	— 17,23 „
40 „	0,025	40 „	0,025	0

In kochendem Wasser trat zum Teil gar kein, zum Teil nur ein schwacher Rückgang ein. Vergleichen wir das Verhalten von Wurzeln mit gleichem Krümmungsradius in dieser und in der vorigen Tabelle, so ist der Unterschied sehr frappant. Ebenso verhält sich die Asymmetrie der Spitze, sie blieb in kochendem Wasser völlig unverändert.

Daraus ist zu schliessen, dass kochendes Wasser die Elastizität der Zellwände fast völlig vernichtet. Sie behalten deshalb auch nach Aufhebung des Turgors infolge Tod des Plasmas ihre Länge fast unverändert bei.

Es ist nun zu fragen, ob dieses Verhalten gegen kochendes Wasser vielleicht eine Folge der geotropischen Reizung ist. Um das zu entscheiden, wurden 11 gerade ungereizte Wurzeln in 4 Mol. NaCl gelegt und 11 andere in kochendem Wasser abgetötet. In beiden Fällen wurde die eintretende Verkürzung bestimmt. Es betrug

	vor	nach Behdlg. mit NaCl	vor	nach Behdlg. mit koch. Wasser
die mittlere Länge	14,0 mm	11,9 mm	13,77 mm	13,0 mm
die Abnahme . .	—	— 15 %	—	— 5,59 %

Es vernichtet also das kochende Wasser schon an und für sich die Elastizität der Membranen der jüngern Wurzelteile grösstenteils. Da diese Membranen, die neben Zellulose wohl auch beträchtliche Mengen von Pektinsubstanzen enthalten, in kolloidalem Zustande sind, so dürfte es sich wohl um eine Koagulation handeln. Solche Abtötungsversuche sind also für die hier verfolgten Zwecke nicht zu brauchen.

Weiter war nun zu prüfen, ob, wie de Vries wollte, der Turgor in der konvexen Flanke höher geworden ist, oder ob, wie Wortmann, Noll und Kerstan angeben, eine solche Erhöhung nicht eintritt. In Übereinstimmung mit den drei Letztgenannten konnte ich keinerlei irgendwie sichere Differenz im osmotischen Druck der opponierten Flanken nachweisen. Da die früheren Untersucher meist mit KNo_3 plasmolysierten, das auch in der Streckungszone der Wurzel noch ziemlich rasch in die Protoplasten aufgenommen wird, so habe ich die Plasmolyse mit Rohrzucker und dem nur wenig permeierenden $Ca(No_3)_2$ ausgeführt. In beiden Fällen war das Ergebnis gleich. Auch wenn erst die $2^1/_2$—3 mm lange Spitze asymmetrisch war, konnte hier an Querschnitten zwischen 1—2 und 2—3 mm hinter der äussersten Spitze eine Differenz im osmotischen Druck von Ober- und Unterseite nicht festgestellt werden.

Die Anschauung von Noll ist also richtig. Infolge der geotropischen Reizung wird die Dehnbarkeit der Zellwände in den antagonistischen Flanken verschieden, so dass bei gleichbleibendem Turgor eine Krümmung des Organs eintreten muss. Ob dabei die Dehnbarkeit in der obern Flanke erhöht wird, wie Noll will, oder ob sie in der untern Flanke herabgesetzt wird, wie Wortmann meint, bleibt weiter zu untersuchen. Diese Änderung der Dehnbarkeit ist natürlich an die Tätigkeit des lebenden Protoplasmas gebunden, das sich dabei vermutlich der Mitwirkung von Enzymen bedient.

Die geotropischen Nutationskrümmungen verhalten sich also in bezug auf die der Krümmung unmittelbar vorhergehenden Prozesse ganz anders als die geotropischen Variationskrümmungen, wo als Folge der Reizung eine Turgoränderung in den antagonistischen Flanken des Gelenkpolsters eintritt (siehe z. B. Kerstan).

Die Untersuchungen werden weiter fortgesetzt.

Zitierte Literatur.

Kerstan, K., Über den Einfluss des geotropischen und heliotropischen Reizes auf den Turgordruck in den Geweben. Beitr. z. Biologie d. Pflanzen. **9**, 1909, S. 163.

Noll, Fr., Beitrag zur Kenntnis der physikalischen Vorgänge, welche den Reizkrümmungen zu Grunde liegen. Arbeiten a. d. bot. Institut in Würzburg **3**, 1888, S. 496.

Pfeffer, W., Pflanzenphysiologie Bd. II. Leipzig 1904.

Tröndle, A., Der zeitliche Verlauf der geotropischen Reaktion und die Verteilung der geotropischen Sensibilität in der Coleoptile. Jahrb. f. wiss. Bot. 1913, S. 186.

Untersuchungen über die geotropische Reaktionszeit und über die Anwendung variationsstatistischer Methoden in der Reizphysiologie. Neue Denkschriften d. Schweiz. Nat. Ges. **51**, 1915, S. 1.

Über die Permeabilität der Wurzelspitze für Salze. Actes de la Soc. helvétique d. Sc. nat. 97me session, IIe Partie. 1915, S. 203.

de Vries, H. Über die Aufrichtung des gelagerten Getreides. Landwirtschaftliche Jahrbücher **9**, 1880, S. 472.

Wortmann, J., Einige weitere Versuche über die Reizbewegungen vielzelliger Organe. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **5**, 1887, S. 459.

Über die Beziehungen der Reizbewegungen wachsender Organe zu den normalen Wachstumserscheinungen. Bot. Zeitung 47, 1889, S. 453.

Beitrag zur Berechnung homogener Gasgleichgewichte.

Von

W. D. Treadwell.

(Als Manuskript eingegangen am 13. April 1917.)

Im folgenden soll eine Methode zur angenäherten Bestimmung der Integrationskonstanten in homogenen gasförmigen Systemen abgeleitet werden, so wie sie sich aus den Grundlagen der klassischen Wärmelehre ergibt.

Lässt man ein ideales Gas einerseits Wärme abgeben, andererseits Arbeit leisten in lauter reversibeln Prozessen, so besteht eine unendlich kleine Änderung der latenten Wärme des Systems in

$$dq = C_v dT + p dV. \tag{1}$$

C_v bedeutet die spezifische Wärme des betrachteten Gases bei konstantem Volumen. Mit Berücksichtigung der Elastizitätsgleichung des Gases

$$pV = RT \tag{2}$$

und Trennung der Variabeln T und V folgt für ein Mol des Gases

$$\frac{dq}{T} = C_v \frac{dT}{T} + R \frac{dV}{V}. \tag{3}$$

Bei endlicher Änderung erhält man die Entropie s des Gases

$$s = \int \frac{dq}{T} = C_v \ln T + R \ln V + k. \tag{4}$$

k ist die vorderhand noch unbestimmte Integrationskonstante. Mit Berücksichtigung des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik

$$U = A + q^1) \tag{5}$$

[1]) Im Gegensatz zur Schreibweise des ersten Hauptsatzes in der allgemeinen Form $U = A + Q$ ist oben die Änderung der latenten Wärme mit q bezeichnet, um anzudeuten, dass es sich um einen Vorgang mit maximaler Arbeitsleistung handelt.

und der Helmholtz'schen Fundamentalgleichung

$$A - U = T \left(\frac{\partial A}{\partial T}\right)_v \tag{6}$$

folgt aus Gleichung (4) bei isothermer Änderung

$$- \left(\frac{\partial A}{\partial T}\right)_v = C_v \ln T + R \ln V + k. \tag{7}$$

Für ein Gemisch von idealen Gasen setzt sich die Entropie aus den Entropien der Einzelgase additiv zusammen, und man erhält die Änderung der maximalen Arbeit der Gasmischung mit der Temperatur

$$- \left(\frac{\partial A_M}{\partial T}\right)_v = \sum' \nu \, C_v \ln T + \sum' \nu \, R \ln V + \sum \nu \, k. \tag{8}$$

Hier bedeutet $\sum \nu$ die Summe der vorhandenen Gasmole. Integration nach T liefert die arbeitsfähige Energie $(A_M)_v$ der Gasmischung bei konstantem Volumen. Hierbei tritt die Integrationskonstante B auf.

$$\begin{aligned} - (A_M)_v &= \sum \nu \, C_v \, T(\ln T - 1) + \sum \nu \, R T \ln V + \sum \nu \, k T + B \\ &= \sum \nu \, C_v T \ln T - \sum \nu \, C_v T + \sum \nu \, R T \ln V + \sum \nu \, k T + B. \end{aligned} \tag{9}$$

Legt man nun weiter als speziellen Fall der Energieänderung die isotherm reversible Gasreaktion

$$\nu_1 C_1 + \nu_2 C_2 + \nu_3 C_3 \rightleftarrows \nu_1' C_1' + \nu_2' C_2' + \nu_3' C_3' \tag{10}$$

zugrunde, welche von links nach rechts verlaufe und bezeichnet mit $+ \Sigma \nu$ die Summe der entstehenden Gasmole minus Summe der verschwindenden Gasmole, so kann die maximale arbeitsfähige Energie bei konstantem Volumen wiederum geschrieben werden

$$- (A_M)_v = \sum \nu \, C_v T \ln T - \sum \nu \, C_v T + \sum \nu \, R T \ln V + \sum \nu k T + B. \tag{11}$$

Für ein einzelnes Gas hätte man zu schreiben

$$- A_v = C_v T \ln T - C_v T + R T \ln V + k T + B \tag{11a}$$

wie das auch durch Integration von Gleichung (7) folgt. Die Bedeutung der Integrationskonstanten B in Gleichung (11) ergibt sich sofort, wenn man für T den Wert O einsetzt. Mit Ausnahme von

B verschwinden alle Glieder.[1]) Durch Zusammenhalten mit Gleichung (6) erkennt man, da dort $A_0 = U_0$ wird, dass die Konstante B die Wärmetönung beim absoluten Nullpunkt darstellt. Legt man der Reaktion konstanten Druck zugrunde, so ergibt sich der noch von V abhängige Teil der freien Energie

$$(A_M)_T = -\sum \nu \, RT; \text{ somit } A_M = A_v + A_T = A_v - \sum \nu \, RT. \quad (12)$$

Ersetzt man in Gleichung (11) die Volumina durch die ihnen reciproken Konzentrationen und berücksichtigt Gleichung (12), so gewinnt man durch Nullsetzen von A, dem Gleichgewicht entsprechend, die integrierte Reaktionsisochore in der Form.

$$0 = \sum \nu \, C_v T \ln T - \sum \nu \, T (C_v + R) - \sum \nu \, RT \ln C + \sum \nu kT + U_0 \quad (13)$$

oder etwas umgestellt und durch RT dividiert

$$\sum \nu \ln C = \frac{U_0}{RT} + \sum \nu \frac{C_v \ln T}{R} + \sum \nu \frac{k - (C_v + R)}{R}. \quad (14)$$

Zur Ermittelung der noch unbestimmten Konstanten k soll zunächst irgend eines der an der Reaktion beteiligten Gasmole herausgegriffen und für sich betrachtet werden. Das Gasmol möge bei konstanter Temperatur aus einem bestimmten Anfangszustand in einen bestimmten Endzustand auf reversiblem Wege übergeführt werden. Bekanntlich erhält man hierbei den maximalen Betrag an arbeitsfähiger Energie. Dieser lässt sich sofort angeben. Es ist

$$-A = RT (\ln c - \ln C). \quad (15)$$

Die Anfangskonzentration C kann ganz beliebig gewählt werden. Es sollen nun lediglich solche Vorgänge betrachtet werden, bei denen die Gleichgewichtskonzentration c lediglich von der Temperatur abhängig ist. Aus Gleichung (15) folgt durch Differentiation bei

---

[1]) Von dem ersten Glied in Gleichung (11) lässt sich leicht zeigen, dass es für $T = 0$ verschwindet. Schreibt man nämlich das Produkt $T \ln T$ als Quotienten und differentiiert zum Zweck der Grenzbestimmung Zähler und Nenner nach T, so sieht man sofort das Verschwinden des Produktes $T \ln T$ für $T = 0$. Es ist

$$T \ln T = \frac{\ln T}{T^{-1}} = \left[\frac{\frac{1}{T}}{-\frac{1}{T^2}} \right]_{T=0} = 0.$$

konstantem Volumen und hinreichende Annäherung von C an c

$$\left.\begin{aligned} -\left(\frac{\partial A}{\partial T}\right)_v &= R\,(\ln c - \ln C) + RT\,\frac{\partial \ln c}{\partial T} = \frac{A}{T} + RT\,\frac{\partial \ln c}{\partial T} \\ \text{Wenn } C \cong c, \text{ wird} \qquad -\left(\frac{\partial A}{\partial T}\right)_v &= RT\,\frac{\partial \ln c}{\partial T} \end{aligned}\right\}. \quad (16)$$

Ein zweiter Ausdruck für den Quotienten $\left(\frac{\partial A}{\partial T}\right)_{v\,A=0}$ lässt sich nun offenbar durch folgende Überlegung gewinnen: Das betrachtete Gas soll als gesättigter Dampf vorliegen und zwar bei so niedrigem Druck, dass der Dampf dem Gasgesetz in Gleichung (2) praktisch vollkommen gehorcht. Unter diesen Umständen wird die spezifische Wärme C_v des betrachteten Dampfes in dem so definierten Temperaturbereich von der Temperatur fast unabhängig sein. Nimmt man nun an dem Dampf eine Energieänderung vor entsprechend Gleichung (1) und zwar derart, dass sich die Wärme- und Arbeitsleistungen zueinander so verhalten, dass der Dampf gesättigt bleibt, so gewinnt auch Gleichung (7) für den vorliegenden Fall Gültigkeit. Bei der so charakterisierten Änderung des Dampfes ist aber auch die Forderung $A = 0$ erfüllt, und somit gilt

$$-\left(\frac{\partial A}{\partial T}\right)_{v\,A=0} = C_v \ln T + R \ln V + k. \quad (17)$$

In Verbindung mit Gleichung (16) folgt daher für die gesuchte Konstante, wenn man noch das Volumen V durch die reciproke Konzentration ersetzt:

$$k = R \ln c - C_v \ln T - RT\,\frac{\partial \ln c}{\partial T}. \quad (18)$$

Mit Einführung der Drucke und log 10:

$$k' = R \lg p - C_p \lg T - RT\,\frac{\partial \lg p}{\partial T}. \quad (18a)$$

Aus der Kenntnis der Dampfspannungskurve des betrachteten Gases in dem Temperaturbereich, in dem sich der Dampf als ideales Gas verhält, lässt sich hiernach die Grösse der Konstanten leicht auswerten. So findet man zum Beispiel $\frac{k'}{R}$ für Wasserdampf von Zimmertemperatur zu 3,8, während das Nernst'sche Wärmetheorem 3,6 liefert. M. Planck[1]) findet Gleichung (18a) aus dem von ihm erweiterten Nernst'schen Wärmesatz, indem er die Wärmegrössen des

[1]) M. Planck, Thermodynamik, 3. Aufl., S. 276.

kondensierten Stoffes vernachlässigt. Damit ist also die Näherung von Gleichung (16) äquivalent.

Mit der beschriebenen Anwendung von Gleichung (4) sind aber die Möglichkeiten zur Bestimmung der Gaskonstanten keineswegs erschöpft; denn es gibt noch sehr viele Systeme, in denen die Konzentration der Gasphase lediglich durch die Temperatur bestimmt ist. Jedes heterogene System, in welchem ein einziges ideales Gas die Gasphase vertritt, kommt hier in Frage. Die Verhältnisse zur Anwendung von Gleichung (4) müssen nur so beschaffen sein, dass eine beträchtliche Änderung in der Konzentration der Gasphase auftritt innerhalb eines Temperaturbereiches, in welchem die Wärmekapazität des Systems als konstant gelten darf. (Etwa Zimmertemperatur; Gültigkeit des Dulong-Petit'schen Gesetzes.) Man erhält dann für die Konstante nach Einführung der Drucke und log 10

$$k' = R \lg p - C_p \lg T - R\,T\,\frac{\partial \lg p}{\partial T}. \qquad (19)$$

So ergibt sich zum Beispiel aus den von Lewis[1]) ermittelten Sauerstoffdrucken des Silberoxyds die Konstante $\frac{k'}{R}$ des Sauerstoffs zu 2,7, während Nernst mit seinem Wärmetheorem den Wert 2,8 findet.

[1]) Zeitschr. phys. Chem. **55**, 449 (1906).

Zur Kenntnis der Entwicklungsverhältnisse von *Mycosphaerella Fragariae* (Tul.) Lindau.

Von

H. C. Schellenberg.

(Hiezu Tafel VIII und IX.)

(Als Manuskript eingegangen am 16. April 1917.)

Die Fleckenkrankheit der Erdbeerblätter wird seit den Untersuchungen von L. und R. Tulasne in Zusammenhang gebracht mit dem Ascomyceten *Mycosphaerella Fragariae* Tul. Lindau. Als Conidienform des Pilzes hat Tulasne *Cylindrosporium Grevilleanum* Tul. angegeben, das später von Saccardo unter dem Namen *Ramularia Tulasnei* Sacc. beschrieben wird. Der Zusammenhang beider Sporenformen wurde bis heute auf experimentellem Wege nicht geprüft und sogar neuerdings sagt Klebahn p. 25, dass die *Mycosphaerella* keine regelmässige Erscheinung sei, sondern dass im Frühling auf den überwinterten Blättern Conidien gebildet werden. Noch skeptischer drückt sich in dieser Beziehung Winter p. 370 aus, indem er sagt: „Nach Tulasne und Fuckel soll ein *Graphium*- oder *Stysanus*-artiger Pilz die Conidienform dieser Sphaerella sein, während die Pycnidenform als *Ascochyta Fragariae* Lasch bekannt ist. Das sind aber wie in vielen andern Fällen völlig unerwiesene Kombinationen". Ebenfalls Brefeld p. 212 hält den Nachweis der Zusammengehörigkeit von diesen Conidienformen mit der Mycosphaerella für nicht erbracht.

Aber auch die allgemeinen Entwickelungsverhältnisse der Gattung *Mycosphaerella* scheinen, soweit sie bekannt sind, nicht für die Tulasne'sche Auffassung zu sprechen. Als Conidienformen der Gattung Mycosphaerella sind Septoriaarten bekannt geworden und folgerichtig wäre auch für *M. Fragariae* Tul. Lind. als Conidienform eine Septoria zu erwarten. Die Ramulariaarten zeigen aber wichtige Unterschiede gegenüber den Septoriaformen, so dass auch auf eine grössere Verschiedenheit der zugehörenden Ascosporenform geschlossen werden muss. Dieser Ansicht hat denn auch Klebahn Ausdruck gegeben,

indem er sagt p. 26, dass „entweder die Gattung Mycosphaerella nach den verschiedenen Conidienformen aufgeteilt werden muss, oder die Unterschiede zwischen den letzteren hinfällig sind".

In allen solchen und ähnlichen Fällen muss zuerst eine Nachprüfung der Tatsachen erfolgen, bevor man irgendwelche Schlüsse ziehen kann. Es war mir vorletztes Frühjahr möglich, die *Mycosphaerella Fragariae* Tul. Lindau in Kultur zu nehmen und so einen Teil des Fragenkomplexes zu lösen.

Nebeneinander befanden sich in meinem Garten Erdbeerstöcke, wo auf den überwinterten Blättern Perithecien mit reifen Ascosporen ausgebildet wurden und anderseits Gehäuse, an denen sich aus den Hyphen der Oberfläche einzelne Träger loslösten und am Ende Conidien erzeugten. Desgleichen waren aus der Mündung Fäden hervorgewachsen, die am Ende die gleichen Conidien abschnürten. Diese Stadien hat bereits Tulasne in Fig. 6, Taf. XXXI abgebildet.

Man könnte nun vermuten, dass diese Gehäuse nicht zur *Mycosphaerella Fragariae* Tul. Lindau gehörten. Ich halte aber die Tulasne'sche Auffassung für die richtige. Einmal stimmen die Flecken, in denen die Perithecien sich finden mit jenen überein, wo noch Conidienbildung auftritt. Dann aber ist hervorzuheben, dass die Conidien in ihren wesentlichen Merkmalen mit jenen übereinstimmen, die ich bei der Kultur der Ascosporen erhalten habe und die auch in den Ramularialagern der Sommergeneration aufgefunden werden. Die Gehäuse sind den Perithecien mit den Ascosporen ähnlich, nur etwas kleiner in den Dimensionen. Die Conidien dieser Pycniden keimen aus wie andere Conidien und verhalten sich durchaus gleich bei der Kultur in Nährlösungen. Alle diese Momente sprechen eindeutig für die Zugehörigkeit dieser Form zur *Mycosphaerella Fragariae* Tul. Lindau.

Die Ascosporen der *Mycosphaerella Fragariae* konnte ich aus reifen Perithecien leicht in Reinkultur gewinnen. Sie werden ausgeschleudert, sobald zu dem trockenen sporenreifen Material etwas Feuchtigkeit kommt. Bringt man ein Deckglas, das wenig feucht ist, über den Blattflecken, was bei der Anordnung einer feuchten Kammer leicht möglich ist, so haften die Sporen an dem feuchten Deckgläschen. Mann kann alsdann im hängenden Tropfen leicht Kulturen erhalten, oder aber man kann das Sporenmaterial mittelst einer Kapillare auch auf eine Gelatineplatte übertragen.

Im hängenden Tropfen bilden die Ascosporen bereits nach 24 Stunden Keimfäden (Fig. 11). Gewöhnlich keimt die dickere Sporenhälfte zuerst aus und nachher folgt die andere nach. Es sind immer die apikalen Enden, die Orte, wo der Keimschlauch austritt.

Bei den Keimungen in Wasser ist der Faden nur etwa halb so dick wie die Spore. Auf Quittenconfitüre werden sie erheblich kräftiger und erreichen beinahe die Dicke der Sporen (Fig. 12).

In Wasser macht der Pilz 2—3 μ dicke geschlängelte Fäden, sie geben wenig Verzweigungen und auch selten Conidien (Fig. 11).

In Quittenconfitüre, die mit etwas Wasser verdünnt wurde, sieht das Bild anders aus. Die Myzelfäden sind dicker und verzweigen sich reichlicher. Einzelne Seitenzweige oder Enden schreiten zur Conidienbildung (Fig. 12). Das Plasma sammelt sich an, der Teil des Myzelfadens verdickt sich und grenzt sich durch eine Membran ab. Die ganze Spore, die länglich oval ist, streckt sich und bekommt ein bis zwei Querwände. Nachdem die eine Conidie fertig gebildet ist, kann man beobachten, dass der Myzelfaden sich wieder streckt und eine zweite Conidie bildet. Bei lebhaftem Wachstum sieht man, wie zwei bis drei Myzelstücke hintereinander sich in Conidien übergehen (Fig. 15). Nachdem die Querwände der einzelnen Conidien gebildet sind, runden sich die Enden ab; nachher folgt der Streckungsprozess der einzelnen Spore und nachträglich die Querwandbildungen.

Die so gebildeten Conidien bleiben in Ketten oft aneinander. Sie sind gerade, seltener leicht gekrümmt, an den Enden abgerundet. Ihre Länge ist sehr verschieden von 10 bis ca. 40 μ, ihr Durchmesser beträgt 3—4 μ. Die Zahl der Querwände ist ein bis zwei.

Die Conidien stimmen sowohl in Form als Grösse mit jenen überein, die auf den Erdbeerblättern in den Ramulariarasen gebildet werden.

Dazu kommt nun noch der Infektionsversuch der Erdbeerblätter mit den Ascosporen der *Mycosphaerella Fragariae*. Dieser liefert die bekannten Flecken der *Ramularia Tulasnei* Sacc. mit den Conidienrasen. Es wurden zu diesem Zwecke kleine Blattstücke mit den Mycosphaerella Perithecien auf die Unterseite der Erdbeerblätter gelegt und das Ganze feucht gehalten. Nach acht Tagen kam an diesen eine kleine braune Partie zum Vorschein. Diese vergrösserte sich und nach 8—10 Tagen konnten die ersten Ramulariarasen festgestellt werden.

Damit ist der Nachweis erbracht, dass in der Tat, wie ***Tulasne*** vermutete, die ***Ramularia Tulasnei*** Sacc. in den Entwickelungskreis von ***Mycosphaerella Fragariae*** Tul. Lindau gehört. Sowohl der Infektionsversuch der Erdbeerpflanzen, als auch die künstliche Kultur der Ascosporen führen zum gleichen Resultat.

Im Anschluss an dieses Resultat möchte ich noch einige Fragen über die Wachstumsverhältnisse des Pilzes berühren. Man geht

dabei am besten von Infektionsversuchen mit Conidien der Ramularia-form aus. An eingetopften Erdbeerstöcken sind Infektionen leicht ausführbar und man kann mit gutem Erfolge während der ganzen Wachstumsperiode arbeiten. Was die Methodik dieser Versuche anbetrifft, so habe ich folgende Form gewählt. Die eingetopften Erdbeerstöcke wurden in einem gut lüftbaren Glashause gehalten. Das Sporenmaterial bekommt man frisch, wenn man Erdbeerblätter unter Glasglocken feucht hält. Nach zwei Tagen erkennt man auf der Unterseite der Blattflecken einen zarten weissen Rasen, der von der Ramularia herrührt. Das Myzel, das während trockener Witterung keine Conidien erzeugt, schreitet zu neuer Sporenbildung, sobald die Luft einen gewissen Feuchtigkeitsgrad erreicht hat und solange die Blattflecken nicht zu alt sind.

Die Sporenübertragung wurde in der Weise vorgenommen, dass an der Wirtpflanze zuerst kleine Kreise aus Tusche markiert wurden. Nachdem die Tusche angetrocknet war, wurde in den Kreis zuerst ein kleines Wassertröpfchen gebracht und alsdann wurden mit der Nadel aus den frischen Conidienrasen eine Anzahl Sporen in das Wassertröpfchen hineingebracht. Nachdem an allen bezeichneten Stellen in dieser Weise die Sporenübertragung ausgeführt war, wurde der betreffende Topf unter eine feuchte Glasglocke gestellt, damit die Wassertröpfchen nicht eintrocknen. Der Aufenthalt unter der Glasglocke dauerte zwei Tage; nachher wurden die Töpfe im Gewächshaus unbedeckt gelassen, bis der Erfolg der Infektion festgestellt werden konnte.

Das erste Zeichen der gelungenen Infektion ist eine kleine rotbraune Verfärbung des Blattes in ganz geringem Umfange. Bei einer durchschnittlichen Gewächshaustemperatur von 20° C. wird dieses Zeichen 8—10 Tage nach der Sporenübertragung wahrgenommen. Der Flecken vergrössert sich alsdann; er bekommt eine dunklere Färbung und kurze Zeit nachher, 12—14 Tage nach der Infektion, sind bereits die ersten Ramulariarasen auf der Unterseite der Blätter sichtbar. Bis die typische Ausbildung der Flecken erreicht ist, dauerte es wenigstens drei Wochen. Die weisse Fleckenzone erscheint als Endstadium der Entwickelung und der rote Rand bleibt bis zum Absterben der Blätter erhalten.

Um über den Ort des Eintrittes der Myzelfäden in die Wirtspflanze Aufschluss zu erhalten, infizierte ich zunächst auf der Blattoberseite und Unterseite. Das Ergebnis des Versuches ist folgendes:

Juni 20. 20 Infektionsstellen an 3 Pflanzen auf der Blattoberseite, kein positives Ergebnis.

20 Infektionsstellen an 3 Pflanzen auf der Blattunterseite lieferten 15 gelungene Infektionen.

Daraus geht wohl ohne weiteres hervor, dass die Blattunterseite die Eintrittspforten für den Pilz aufweist und hier können ja nur die Spaltöffnungen in Frage kommen. Ich habe den Versuch am 15. Juli wiederholt.

10 Infektionsstellen auf der Blattoberseite lieferten keine Infektionen.

10 Infektionsstellen der Blattunterseite lieferten 8 gelungene Infektionen.

Der Eintritt der Keimschläuche durch die Spaltöffnungen konnte durch geeignete Blattquerschnitte direkt nachgewiesen werden. Zu diesem Zwecke machte ich wieder in der angegebenen Weise eine Anzahl Infektionsversuche. Vier Tage nach der Sporenübertragung machte ich durch die bezeichneten Blattstellen Querschnitte. Es gelang mir geeignete Stellen in den Präparaten aufzufinden, wo der Eintritt des Keimschlauches durch die Spaltöffnung direkt zu sehen war. Der Myzelfaden ist dünn und scheint vor der Öffnung nur wenig angeschwollen. Einmal ins Blattinnere gelangt, wächst er in den Interzellularen weiter.

Die Infektionsversuche lieferten weiter das Resultat, dass die ausgewachsenen Blätter leichter als jüngere befallen werden. Macht man Parallelversuche an jungen und ausgewachsenen Blättern, so sieht man, dass die ausgewachsenen Blätter die besten Resultate ergeben.

10 Infektionen an jüngeren Blättern, auf der Unterseite ausgeführt, ergaben uns 2 gelungene Infektionen.

10 Infektionen, an ausgewachsenen Blättern ausgeführt, ergaben 7 gelungene Infektionen.

Es ist wohl möglich, dass an den jungen Blättern der dichtere Haarfilz der Zutritt der Sporen und Keimschläuche verhindert hat; indessen vermag ich die Frage nicht zu entscheiden.

Mit den Infektionsversuchen stimmen auch die Beobachtungen im Freien an den Erdbeerstöcken. Das Auftreten der roten Flecken kann man während des ganzen Sommers beobachten. Indessen sind immer die jüngeren Blätter fast frei von Flecken. An älteren Blättern hingegen sind sie zahlreich und auch in allen Entwicklungsstadien aufzufinden.

Von besonderem Interesse war die Kultur der Ramulariaconidien. Wie schon Tulasne zeigte, keimen sie leicht in Wasser aus. Bringt man die Conidien sorgfältig in den hängenden Tropfen der feuchten Kammer, so beobachtet man schon nach einem halben Tage den

Beginn der Keimung und nach 24 Stunden sind Myzelfäden von über 300 μ Länge zu sehen. Die Keimung erfolgt in Wasser immer in der Weise, dass die Endteile der Conidien beginnen auszuwachsen. Der Myzelfaden ist zart und hat nur die Hälfte bis zwei Drittel des Durchmessers der Spore und bildet seltene Querwände. Auch Verzweigungen kommen ganz selten vor; ebenso ist es grosse Seltenheit, wenn bei mehrzelligen Conidien einmal ein mittleres Teilstück seitlich auskeimt (Fig. 13).

Im reinen Wasser erschöpft das Myzel recht bald den Vorrat an assimilierbaren Stoffen und steht alsdann im Wachstum still, meistens ohne neue Conidien zu erzeugen.

Anders verhalten sich die Kulturen in verdünnter Quittenconfitüre. Die Conidien keimen und schwellen leicht an. Innerhalb 24 Stunden hat man bereits stark .entwickelte Myzelien (Fig. 14). Im Gegensatz zu den Wasserkulturen sieht man, dass bei mehrzelligen Conidien nicht nur an den Enden, sondern auch seitlich an den mittleren Abschnitten Keimfäden sich seitlich bilden. Das Myzel verzweigt sich reichlich und bildet an Seitenästen neue Conidien. Diese erhalten ein bis drei Querwände und sind oval bis länglich wurmförmig. Das Protoplasma verdichtet sich in diesen Organen und die Membran wird etwas derber. In den Kulturen heben sich die Conidien von der Fläche ab und man beobachtet ebenfalls, dass zwei oder mehrere hintereinander am gleichen Myzel gebildet werden (Fig. 15). Das Verhalten des Myzels aus den Conidien ist somit ganz ähnlich den Kulturen der Ascosporen und man kann an den Conidien die aus Myzel der gekeimten Ascosporen oder von Conidien der Fragariablätter keine Differenzen herausfinden.

Auch diese Tatsache bestätigt somit nur, was experimentell festgestellt worden ist. Die *Ramularia Tulasnei* Sacc. ist die Conidienform der *Mycosphaerella Fragariae* Tul. Lindau.

In der Literatur sind als Conidienformen der *Mycosphaerella Fragariae* Tul. im wesentlichen zwei Typen, die unter verschiedenen Namen wiederkehren, angegeben.

Der Hyphomycetentypus ist das von Tulasne angegebene *Cylindrosporium Grevilleanum* Tul., das von Saccardo zur Gattung *Ramularia* gestellt wurde und die Bezeichnung *Ramularia Tulasnei* Sacc. erhielt. Schröter führt den Pilz unter dem Namen *Isariopsis Grevilleana* (Tulasne) Schröter zu.

Der zweite Conidientypus gehört der Sphaeropsideenreihe an und man sieht, dass auch hier verschiedene Namen gegeben wurden, die offenbar den gleichen Pilz betreffen. Tulasne wählt den Namen *Ascochyta Fragariae* Lasch. In der Kryptogamenflora von Deutsch-

land findet man daneben noch zwei andere Formen angegeben. *Septoria Fragariae* Desm. und *Phyllosticta fragaricola* Desm. et Kob, das seinerseits wieder synonym ist mit *Phyllosticta Fragariae* Persoon. In der Diagnose, die diesen beiden Pilzen beigegeben ist, kehrt die Beschreibung der Blattflecken wieder, wie sie für die *Ramularia Tulasnei* ausgezeichnet passt. Man kommt bei diesen Beschreibungen der Blattflecken — kleinere weisse Flecken, die rot oder rotbraun umrandet sind — ohne weiteres zur Vermutung, dass die gleichen Krankheitsbilder den verschiedenen Autoren vorgelegen haben möchten, als diese Diagnosen der Pilze gegeben wurden. Indessen ist auch hier der Nachweis der Zusammengehörigkeit der Conidienformen ohne ein Gehäuse mit solchen mit dem Pyenidengehäuse vorerst zu erbringen.

Heute wird allgemein als zu der *Mycosphaerella Fragariae* Tul. Lindau gehörend *Ascochyta Fragariae* Lasch gezählt. Tulasne hat sie angegeben und auch abgebildet (Fig. 6, Taf. XXXI). An der Mündung sind zwei- bis dreizellige Conidien, die aus den Mündungshyphen hervortreten und abgeschnürt werden.

Ich hatte gleich zu Beginn meiner Arbeit dieser Pycnidenform meine Aufmerksamkeit zugewendet. An überwinterten Blättern trifft man sie regelmässig; dagegen konnte ich diese Gebilde nie im Sommer auffinden. Ich habe während des ganzen Sommers oft die bekannten Flecken der Mycosphaerella daraufhin untersucht. Die Prüfung ergab immer zahlreiches Vorkommen von Ramulariarasen, doch die Pycniden stellten sich an den während des Sommers infizierten Blättern nicht ein. Erst im Winter nach der Novemberkälte fand ich diese Gebilde und von diesem Zeitpunkt an regelmässig bis zum Frühjahr. Ich kann somit die *Ascochyta Fragariae* Lasch erst von einem gewissen Zeitpunkte an nachweisen und dieser scheint von der Temperatur der Umgebung abhängig zu sein. Damit ist nun für die Zusammengehörigkeit zur *Mycosphaerella Fragariae* und *Ascochyta Fragariae* nichts bewiesen. Ich halte aber an der Auffassung von Tulasne, der die Zusammengehörigkeit dieser Formen zuerst ausgesprochen hat, fest. Massgebend scheinen mir folgende Tatsachen zu sein. Auch bei den eingetopften Versuchspflanzen, wo durch künstliche Infektion der Ramulariaform neue Flecken erzeugt wurden, erschienen im Winter die Pycniden der *Ascochyta Fragariae,* und zwar nur in den so charakteristischen Flecken dieses Pilzes.

Dann hat aber eine fortgesetzte Untersuchung ergeben, dass man zwischen der Ramulariaform und der Ascochytaform alle nur wünschbaren Zwischenformen auffinden kann. Schon Tulasne und Schröter war aufgefallen, dass die Conidien-tragenden Hyphen

büschelig aus den Spaltöffnungen hervorbrechen. Ferner sind diese Hyphen häufig zu einem kleinen Säulchen vereinigt. Dieses Verhalten veranlasste Schröter die Conidienform zur Gattung *Isariopsis* zu stellen. Wenn einmal das Blattgewebe abgestorben ist, so macht man die Beobachtung, dass die Hyphen auch die Epidermis durchbrechen und Conidien abschnüren. Man kann beobachten, dass eine einzige Hyphe die Epidermis sprengt (Fig. 1); meistens aber sind es mehrere Fäden (Fig. 2). Es bildet sich alsdann schon unter der Epidermis ein kleiner Hyphenkneuel (Fig. 3). Wenn man nun in geeigneten Stadien im Herbst bis in den Winter diesen Vorgang verfolgt, so kann man beobachten, dass der Hyphenkneuel die Epidermis sprengt und nun halb offen Conidien abschnürt (Fig. 4). An dieses Stadium schliesst sich dann jenes, wo der Hyphenkneuel sich verdichtet und nur oben Conidien abschnürt (Fig. 4). Dann folgen Stadien, die eine fertige Pycnide darstellen (Fig. 6); aber aus den oberen Teilen schnürt das Myzel noch Conidien ab und schliesslich wird die Hauptmenge des Conidien in der Höhlung der Pycnide abgeschnürt. Sie ragen alsdann nur aus der Mündung heraus. Oft kann man im gleichen Präparate alle diese Übergänge herausfinden.

Die Pycnide selbst ist halb oberflächlich gelagert, in der Epidermis in den unteren Teilen noch eingebettet; sie ist kohlig schwarz und am Rande des weissen Blattfleckens am häufigsten zu finden. Sie misst 100—150 μ.

In der Ausbildung der Pycniden sind zwischen den typischen Ascochytaformen, wie z. B. der *Ascochyta Pisi* und der *Ascochyta Fragariae* Lasch, erhebliche Differenzen. Man kann diese Pycniden wohl besser der Gattung Septoria als der Gattung Ascochyta unter den Fungi imperfecti zuteilen. Die Sporenform mit dem wurmförmigen Charakter und der nicht immer konstanten Zahl von Querwänden (1—3) passt besser zu den Septoriaarten als zu Ascochyta, wo die Sporen kurz, zweizellig und an den Enden zugespitzt sind. Auch der Typus der Gehäuse ist bei den Septoria häufig vertreten, wo die Sporen aus der Mündung herauswachsen, oder das Gehäuse halb offen wird.

Stellt man aber die Pycniden zur Gattung Septoria, so kommt man zum Resultat, dass die *Mycosphaerella Fragariae* Tul. Lindau von den anderen typischen Vertretern dieser Gattung nicht soweit entfernt ist, wie Klebahn p. 25 vermutet hat.

Neben der Ascosporenform besitzt somit der Pilz zwei verschiedene Conidienformen:

a) Die Myzelconidienform oder Ramulariaform, die während der wärmeren Jahreszeit gebildet wird.

b) Die Pycnidenform oder Septoriaform, die während der kühlen Jahreszeit entsteht.

Beide Formen sind durch Übergänge miteinander verbunden.

Bei anderen Vertretern der Gattung *Mycosphaerella* sind ebenfalls Myzelconidien bei der Kultur erhalten worden, so von Brefeld bei *Mycosphaerella Populi* (Auersw.) (Fig. 44, 45, Taf. VII) und andern Arten, und von Klebahn wurde der Nachweiss erbracht, dass *Phleospora Ulmi* Fries einer Form mit ausgebreitetem Conidienlager zu *Mycosphaerella Ulmi* Klebahn gestellt werden muss.

Die ***Mycosphaerella Fragariae*** Tul. Lindau ist somit als Form der Gruppe der Mycosphaerellen anzusprechen, wo die Myzelconidien- zur Hauptconidienform geworden ist. Die Pycnidenform ist als eine Septoria anzusprechen; sie tritt während der kalten Jahreszeit auf.

Mit Bezug auf die Pycniden verhält sie sich wie eine echte Mycosphaerella, wo die Septoriaformen als Pycnidenform recht häufig vorkommen.

Über die Stellung der *Mycosphaerella Fragariae* innerhalb der sehr artenreichen Gattung lässt sich zurzeit nichts Bestimmtes aussagen, indem viel zu wenige Spezies mit Bezug auf ihren Entwickelungsgang genau untersucht worden sind.

Die Perithecien des Pilzes treten durchaus nicht in allen Blattflecken auf (Fig. 8). Gegen das Frühjahr März-April werden sie in einzelnen Flecken recht zahlreich gebildet. In andern Blattflecken oft des gleichen Blattes findet man gleichzeitig und auch später nur Pycniden und keine Perithecien. So ist es leicht begreiflich, dass Klebahn die Perithecien nicht finden konnte. Bei verschiedenen Blättern, die je zu andern Zeiten untersucht wurden, musste ich das gleiche konstatieren. Es werden nur Pycniden in den Blattflecken gebildet und die Conidien vermitteln die neue Infektion im Frühjahr. Diese Tatsachen sind nur unter der Annahme erklärbar, dass der Pilz, ausgehend von der Askospore, mehr als ein Jahr braucht, bis er wieder zur Askosporenbildung schreitet. Dazwischen sind zahlreiche Generationen von Ramularia- und Septoriaconidien eingeschaltet.

Man hat somit auch bei diesen kleinen Formen der Ascomyzeten eine Form der Mehrjährigkeit, die darin besteht, dass das aus den Ascosporen erzeugte Myzel mehr als ein Jahr hindurch Conidien erzeugt und erst später nach zwei oder mehreren Jahren zur Ascosporenbildung schreitet. Eine experimentelle Prüfung der Zeit, die notwendig ist, bis die Ascosporenbildung eintritt, konnte ich nicht

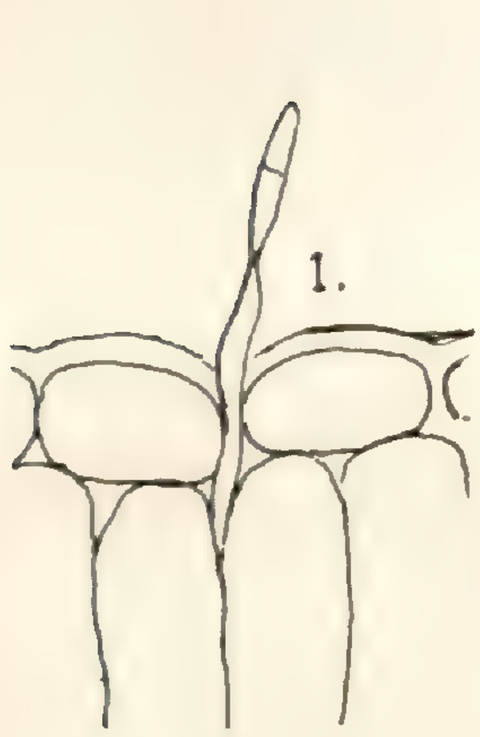
vornehmen. Dass aber die Ascosporen gebildet werden, beweist die Tatsache, dass sie schon von zahlreichen Autoren aufgefunden wurden und nicht so selten sind, wie man nach den Äusserungen Klebahns p. 25 annehmen könnte.

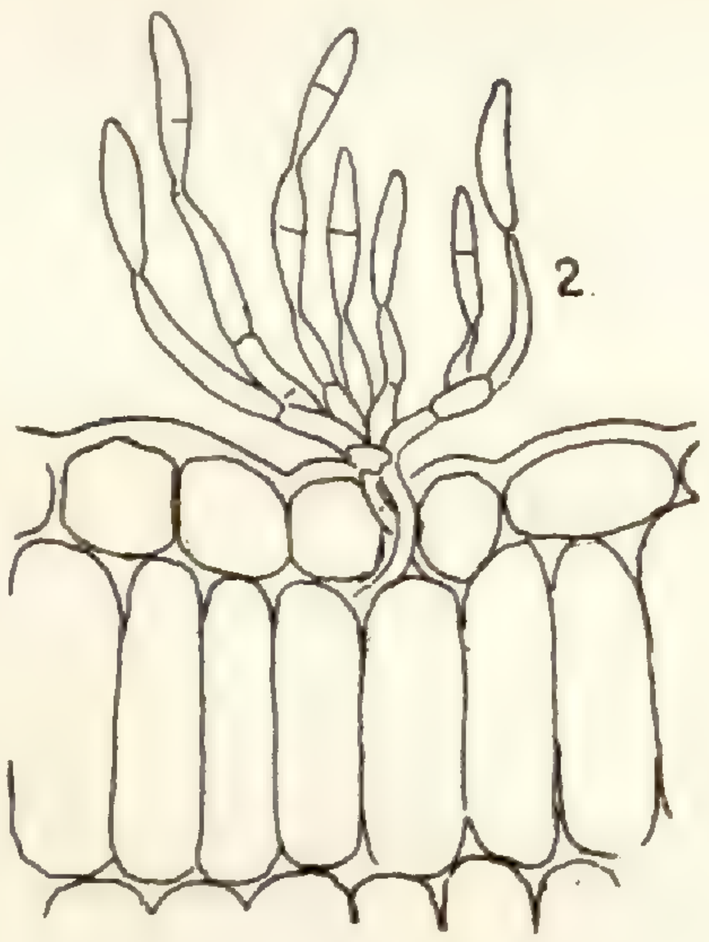
Wenn der Pilz zur Perithecienbildung schreitet, so kann man die ersten Perithecien oft zwischen den Pycniden zerstreut auffinden. Sie stehen kreisförmig angeordnet am Rande des weissen Fleckens, wo das Weiss in den braunen Farbenton der Zerstörung des Blattes übergeht, und finden sich auf beiden Blattseiten, häufiger allerdings auf der Oberseite. Der Körper des Peritheciums sitzt im Parenchym, seine Form ist kugelig und die Mündung ist leicht hervorgezogen. Die Epidermis wölbt sich über die Kugel hinweg und wird an der Mündungsstelle leicht aufgerissen.

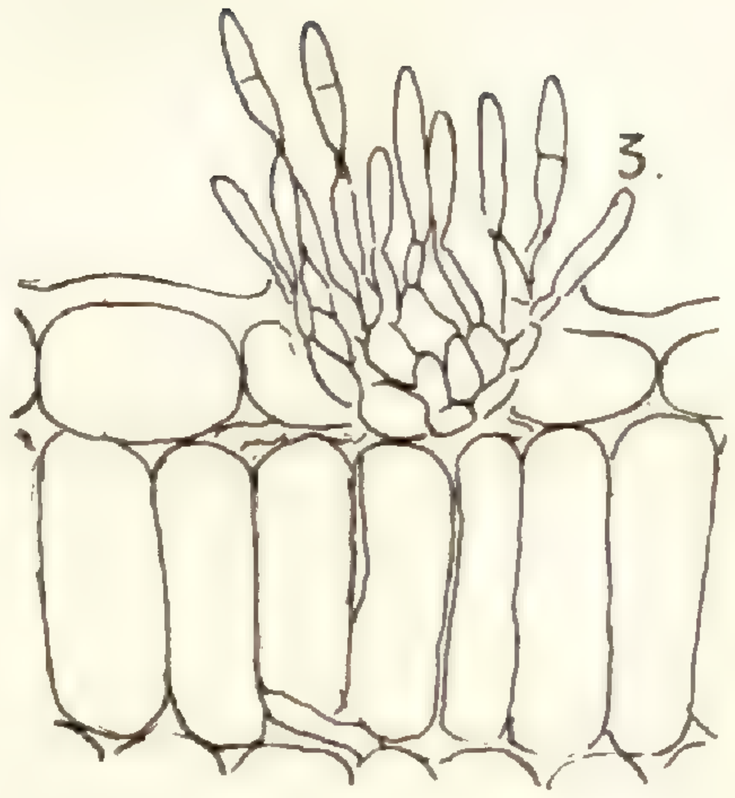
Das Perithecium ist kohlig einschichtig. Die Asci sind büschelig am Grunde angeordnet und treten auf Druck leicht heraus. Der Ascus ist kurzkeulig (Fig. 9); die Sporen sind darin $1^1/_2$- bis 2reihig angeordnet. Die Sporen sind ungleich zweizellig von schwach olivgrüner Farbe, die kürzere Hälfte mehr zugespitzt als die längere (Fig. 10). Die Dimensionen sind folgende:

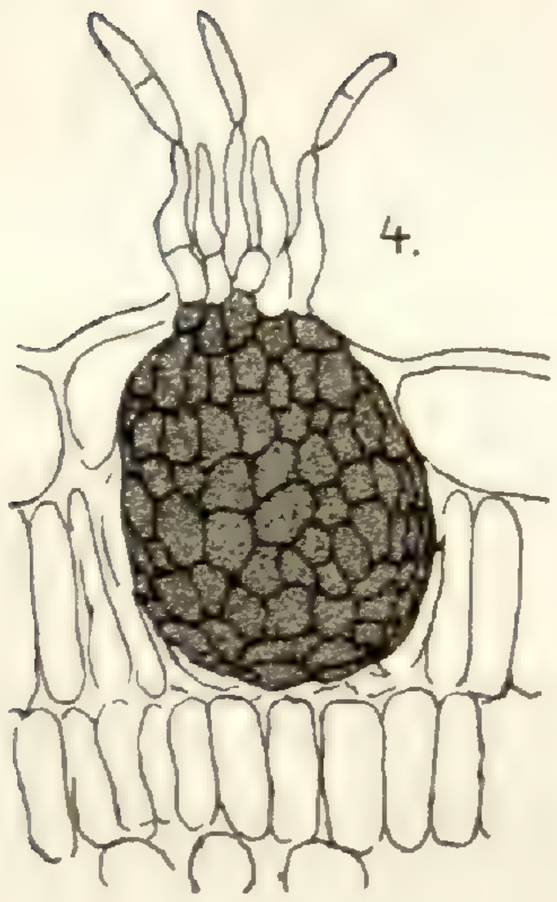
	Länge	Breite
Perithecium	150—180 μ	140—170 μ
Asci	35— 45 „	7— 10 „
Sporen	13— 15 „	3— 4 „

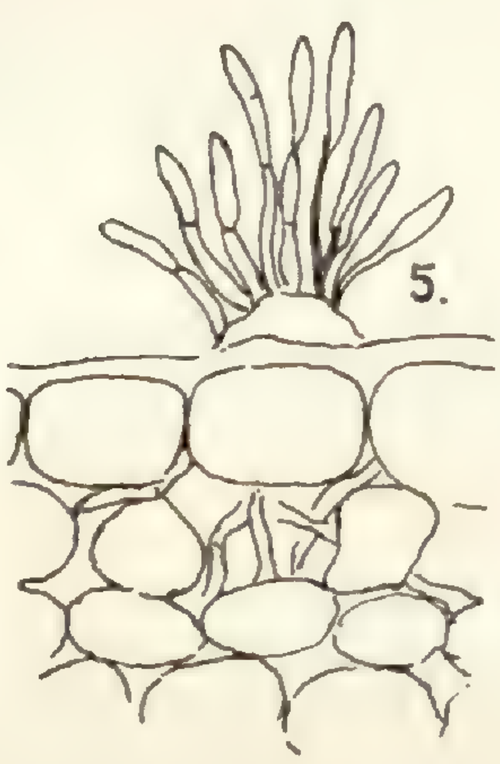
Der Bau des Peritheciums ist der einer typischen Mycosphaerella; der Sitz der Perithecien im Gewebe des Wirtes ist etwas tiefer, als er sonst bei den meisten Formen angetroffen wird. Sie werden nur frei, indem häufig die Epidermis mit einer oder mehreren Pallisadenschicht abgesprengt wird.

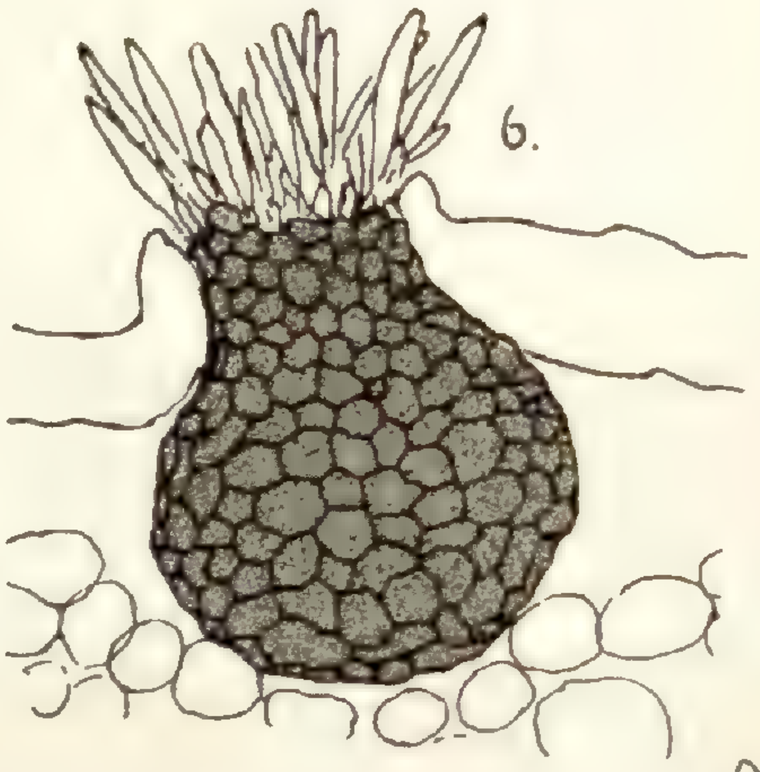

1.

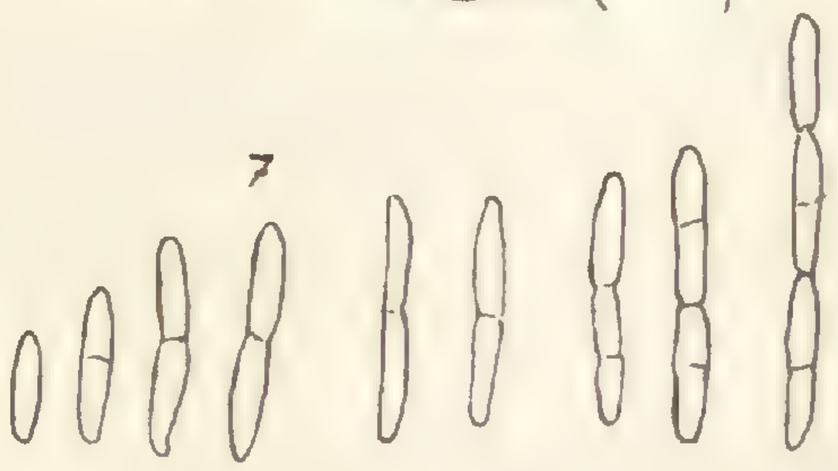

2.

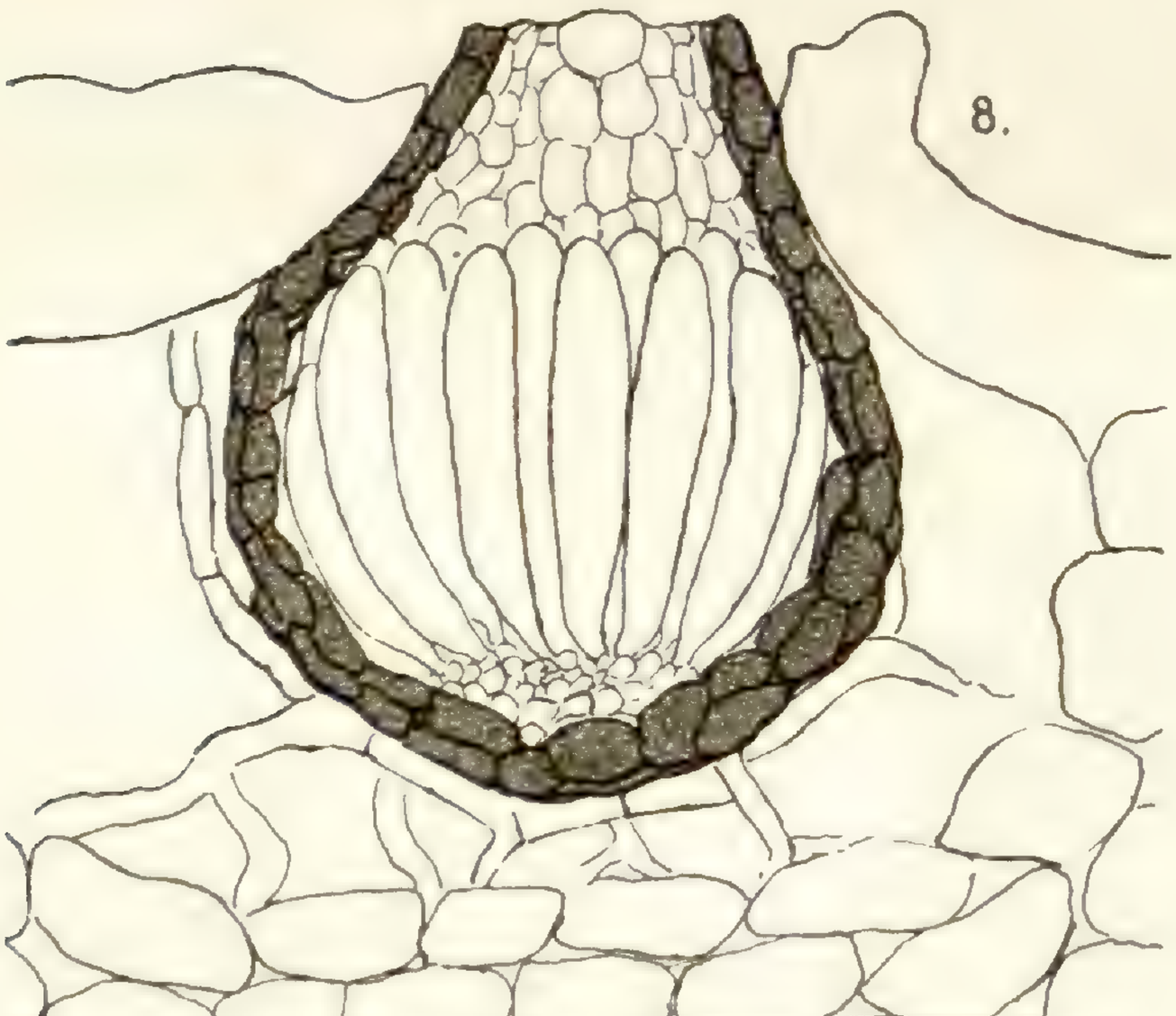

3.

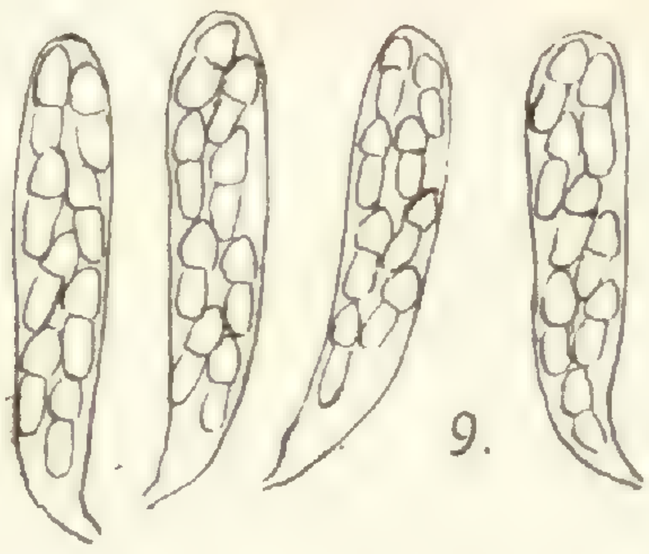

4.

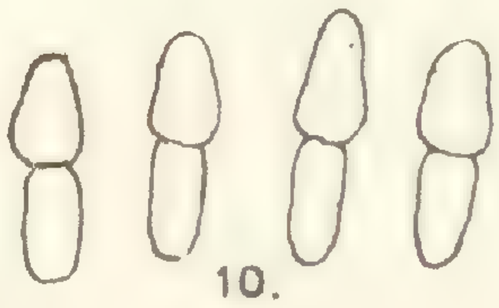

5.


6.


7


8.


9.


10.

H. C. Schellenberg gez.

M. C. Schellenberg gez.

Verzeichnis der benutzten Literatur.

Brefeld, O. Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie. Heft 10. Ascomyceten II, p. 212—215.

Klebahn, H. Aufgaben und Ergebnisse biologischer Pilzforschung. Vorträge aus dem Gesamtgebiet der Botanik, herausgegeben von der deutsch-bot. Gesellschaft. Heft 1, 1914.

Saccardo. Sylloge Fungorum.

Schröter, J. Kryptogamenflora von Schlesien. Pilze, Bd. II, 1893.

Tulasne. Selecta fungorum carpologia. Vol. II, Paris 1863, p. 288—290 et Tab. XXXI, Fig. 1—9.

Winter. Rabenhorsts Kryptogamenflora. Pilze. Bd. II. 1887.

Erklärung der Figuren.

Fig. 1. Ein Myzelfaden schreitet zur Conidienbildung, indem er die obere Blattepidermis durchbricht.
Fig. 2. Zwei Myzelfäden sind zur Anlage einer Pycnide geschritten, indem sie nach Durchbruch der Epidermis sich verkneulen und Conidien erzeugen.
Fig. 3. Weiteres Stadium auf dem Wege zur Pycnidenbildung auf der Blattoberseite.
Fig. 4. Die Pycnide ist fast zur völligen Entwicklung gelangt, Blattoberseite.
Fig. 5. Ramulariaform aus der Blattunterseite durch eine Spaltöffnung heraustretend.
Fig. 6. Fertige Pycnide der Blattoberseite.
Fig. 7. Verschiedene Formen der Conidien.
Fig. 8. Perithecium der Mycosphaerella Fragariae im sporenreifen Zustand.
Fig. 9. Asci mit Sporen.
Fig. 10. Ascosporen.
Fig. 11. Ascosporen in Wasser gekeimt nach 2×24 Stunden.
Fig. 12. Ascosporen in Confiture gekeimt nach 2×24 Stunden. Das Myzel schreitet sofort zur Bildung neuer Conidien.
Fig. 13. Conidien der Ramulariaform, in Wasser gekeimt.
Fig. 14. Conidien der Ramularia, in Confiture gekeimt.
Fig. 15. Myzelpartien, die Ramulariaconidien aufgeteilt werden aus Confiturekulturen.

Die Vergrösserung für sämtliche Figuren ist 1 : 300.
Fig. 10 besitzt eine Vergrösserung von 1 : 400.

Aus dem landwirtschaftlich-bakteriologischen Institut
der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich.

Beitrag zur Frage über die Bedeutung der freilebenden Stickstoff fixierenden Bodenbakterien für die Ernährung der höheren Pflanzen.

Von

M. Düggeli (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 21. April 1917.)

Dem mehr oder weniger guten Gedeihen der Kulturgewächse entsprechen rege Vorgänge biologischer Natur im Innern der Böden, die den Pflanzen die meisten Nährstoffe spenden und ihnen gleichzeitig als Standort dienen. Während aber an der Erdoberfläche aufbauend tätige Prozesse vorherrschen, wird im Innern des Bodens einer abbauenden Tätigkeit der Vorrang eingeräumt. Bei der Auslösung und Durchführung der im Bodeninnern stattfindenden Zersetzungs- und Umsetzungsvorgänge sind sehr verschiedene Organismen tätig; neben Bakterien, Fadenpilzen, Algen und Protozoën beteiligen sich in ihrer Bedeutung nicht zu unterschätzende Scharen von Würmern, Insekten, Insektenlarven, sowie verschiedene höhere Tiere. Manche dieser Lebewesen stiften durch ihre Tätigkeit im Boden mehr Schaden als Nutzen, so dass wir uns glücklich schätzen würden, verschiedene Angehörige der Bodenfauna und -flora ausschalten zu können.

Hinsichtlich Zahl, nicht aber bezüglich Körpergrösse, herrschen in den Kulturböden die Bakterien oder Spaltpilze weit vor und lösen eine Reihe, für die Ernährung der Nutzpflanzen höchst wichtiger Vorgänge aus. Es sei nur daran erinnert, dass die grossen Mengen Düngstoffe organischer Natur, wie Stallmist, Gründünger, Fleisch- und Hornmehl, Guano etc., erst weitgehend abgebaut und verarbeitet werden müssen, bevor die in ihnen enthaltenen Stoffe von den höheren Gewächsen nutzbringend verwertet werden können. Ebenso muss das im Stickstoffkalk und im Kalkstickstoff enthaltene Kalziumcyanamid nach erfolgter Umwandlung in Harnstoff, vorerst durch Spaltpilze ammonifiziert und dann nitrifiziert werden, um zu voller Wirksamkeit zu gelangen.

Wir sind versucht zu glauben, dass die Spaltpilze, zufolge der ausserordentlichen Kleinheit ihres Körpers, trotz grosser Individuenzahl neben den anderen, bedeutend grösseren Organismen kaum eine bedeutende Rolle im Boden spielen können. Insofern das Auflockern und Durcharbeiten des Bodens in Betracht fällt, vermögen die Bakterien mit den unvergleichlich grösseren und kräftigeren Regenwürmern nicht in Konkurrenz zu treten; anders verhält es sich aber mit der Leistungsfähigkeit dieser winzigen Lebewesen in chemischer Beziehung. Begünstigt durch eine im Verhältnis zur Grösse des Leibes sehr bedeutende Körperoberfläche und durch das Vermögen, in vielen Fällen sehr kräftig wirkende Enzyme nach aussen abzugeben, entfalten die kleinen Bakterien eine erstaunliche Wirksamkeit. Diesbezügliche Versuche haben ergeben, dass ein Gewichtsteil lebende Bakterienmasse innerhalb weniger Stunden das Hundert- bis Tausendfache des eigenen Körpergewichtes an Harnstoff, Zucker und anderen Stoffen umzusetzen vermag. Diese gewaltige Leistungsfähigkeit erklärt uns die so häufig gemachte Beobachtung von der erstaunlichen Arbeitsleistung dieser winzigen Lebewesen im Boden.

Obwohl die Bakterienwelt in der äusseren Form ihrer Zellen auffallend eintönig gestaltet ist, zeichnet sie sich in ihren physiologischen Eigentümlichkeiten durch grosse Vielseitigkeit aus. Als Beispiel seien die Ansprüche verschiedener Spaltpilzarten an eine gedeihliche Stickstoffernährung herausgegriffen. Während die einen Arten Eiweiss und eiweissähnliche Stoffe, andere dagegen Peptone und Albumosen, dritte aber Amide, vierte nur Ammoniakverbindungen und fünfte Nitrate zum guten Gedeihen verlangen, begnügt sich eine naturwissenschaftlich-landwirtschaftlich sehr wichtige Gruppe von Bakterien mit dem elementaren Stickstoff der atmosphärischen Luft als alleiniger Stickstoffquelle; wir bezeichnen sie als Stickstoff fixierende oder Stickstoff bindende Bodenbakterien.

Je nachdem die Bakterien bei ihrer Stickstoff bindenden Tätigkeit sich in den deformierten Wurzeln bestimmter Gewächse, der Leguminosen oder Hülsenfrüchtler aufhalten, oder ihre Funktion unabhängig von höheren Pflanzen frei im Erdboden lebend ausführen, unterscheidet man bei den Stickstoff bindenden Spaltpilzen die beiden Gruppen: Knöllchenbakterien der Leguminosen und freilebende Stickstoff fixierende Bakterien.

Wie bei der Herstellung gewisser stickstoffhaltiger Düngemittel (Kalkstickstoff, Stickstoffkalk und Kalksalpeter) gewaltige Energiemengen zur Bindung des Luftstickstoffes erforderlich sind, so müssen den Stickstoff bindenden Bodenbakterien relativ sehr bedeutende Quantitäten geeigneter organischer Kohlenstoffverbindungen zur Ver-

fügung gestellt sein. Bei der Zersetzung von Zucker, Stärke, Humusstoffen etc. gewinnen die freilebenden Stickstoff bindenden Bakterien die zur Fixierung des elementaren Stickstoffes notwendige Energie.

Während die Grosszahl der auf diesem Gebiete tätigen Forscher hinsichtlich der Bedeutung der in den Wurzeln der Leguminosen lebenden Knöllchenbakterien für die Landwirtschaft keine Meinungsdifferenzen hegen, sind die Ansichten über die Wichtigkeit der unabhängig von höheren Pflanzen im Erdboden gedeihenden sog. freilebenden Stickstoff bindenden Bakterien noch sehr geteilte.

Auf Böden, die entweder gar nicht, oder nur mit Stickstoff freien Stoffen gedüngt werden, stehen den sich entwickelnden Nichtleguminosen unter den Pflanzen, ausser dem Vorrat des Bodens an gebundenem Stickstoff, noch jene Stickstoff-Verbindungen zur Verfügung, die von den freilebenden Stickstoff-Assimilanten herrühren. In der Form von Bakterieneiweiss, in welcher sich der durch die Spaltpilze festgelegte Stickstoff im Boden zunächst vorfindet, kann die Pflanze den gebundenen atmosphärischen Stickstoff noch nicht verwerten. Aber nach dem Tode der Bakterienzellen entstehen aus ihrem Plasma Verbindungen, die als recht gute Stickstoffnahrung in Betracht kommen. Es sind zwar in der atmosphärischen Luft noch kleine Mengen von salpetrigsaurem, salpetersaurem und kohlensaurem Ammoniak nachgewiesen, die durch elektrische Entladungen, Verbrennungen und Verdunstungsvorgänge entstanden sind und durch die Niederschläge in den Boden gelangen. Allein die auf genannte Weise dem Boden zugeführten Stickstoffmengen betragen, wie Versuche in Rothamsted ergaben, pro Hektare und Jahr höchstens 5—6 kg Stickstoff, die durch Auslaugungsvorgänge als reichlich kompensiert betrachtet werden können.

Eine Reihe von in der Praxis, so in Rothamsted, Halle, Ellenbach, Göttingen, Lauchstädt etc., ausgeführten Versuchen legte den Gedanken nahe, dass neben der Ausnutzung des im Boden schon vorhandenen Stickstoffkapitals auch die Bindung des Luftstickstoffes durch freilebende Mikroorganismen für die Ernährung der kultivierten Gewächse mit in Rechnung gezogen werden müsse.

Die Ergebnisse eines von Prof. Dr. A. Nowacki in den Jahren 1901—1909 auf dem Versuchsfeld der landwirtschaftlichen Abteilung der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich durchgeführten Düngungsversuches deuteten darauf hin, dass auf den längere Zeit nicht mit gebundenem Stickstoff versehenen Grasparzellen der Tätigkeit der freilebenden Stickstoff fixierenden Bodenbakterien eine erhöhte Be-

deutung zukomme.[1]) Da die durch den Verfasser ausgeführten bakteriologischen Bodenuntersuchungen der verschiedenen Parzellen ergaben, dass die mit Salpeter gedüngten Parzellen die freilebenden Stickstoff fixierenden Bakterien in bedeutend bescheidenerer Menge nachweisen liessen als die nicht mit Stickstoffdünger versehenen Versuchsstreifen, so seien im folgenden die erzielten Resultate als weiterer Beitrag zur Prüfung der erwähnten Streitfrage mitgeteilt.

Der Düngungsversuch auf dem Strickhof in den Jahren 1901 bis Frühling 1909.

Das Versuchsfeld liegt auf dem Areal der als landwirtschaftliche Schule dienenden Staatsdomäne Strickhof bei Zürich, in einer Höhe von rund 500 m ü. M. Für den Düngungsversuch stand ein 195 Ar grosses, nur wenig gegen Norden geneigtes Grundstück mit schwerem, kräftigem, humus-, kalk- und steinhaltigem, recht fruchtbarem Lehmboden zur Verfügung. Das Grundstück hatte als Vorfrucht in vier Streifen Winterroggen mit Wicken und nachfolgenden Stoppelrüben, Kartoffeln, Weizen und Rotklee mit italienischem Raygras getragen. Es wurde im Spätherbst 1899 durch 20—25 cm tiefes Pflügen und dann durch kräftiges Eggen im Frühling 1900 zur Saat vorbereitet. Das Säen durch geübte Hand erfolgte am 23. und 24. April 1900. Dem Sämann folgten die Pferde mit der Ringelwalze und die Arbeiter mit der Hacke zum Zerkleinern der hartgetrockneten Schollen und zum Ablesen der Steine.

Die Saatmischung war aus folgenden Dauergräsern zusammengesetzt (Nomenklatur nach Schinz und Keller, Flora der Schweiz, 3. Aufl., Zürich, 1909):

Arrhenatherum elatius (L.) Mert. und Koch, hoher Glatthafer (= französisches Raygras oder Fromental)	33	kg pro	Hektare
Trisetum flavescens (L.) Pal., Goldhafer	10	„ „	„
Cynosurus cristatus L., gemeines Kammgras	6	„ „	„
Dactylis glomerata L., gemeines Knaulgras	20	„ „	„
Festuca pratensis Hudson, Wiesen-Schwingel	22	„ „	„
Festuca rubra L., Rot-Schwingel	19	„ „	„
Phleum pratense L., Wiesen-Lieschgras oder Timothegras	5	„ „	„
Poa pratensis L., Wiesen-Rispengras	6	„ „	„
Zusammen	121	kg pro	Hektare.

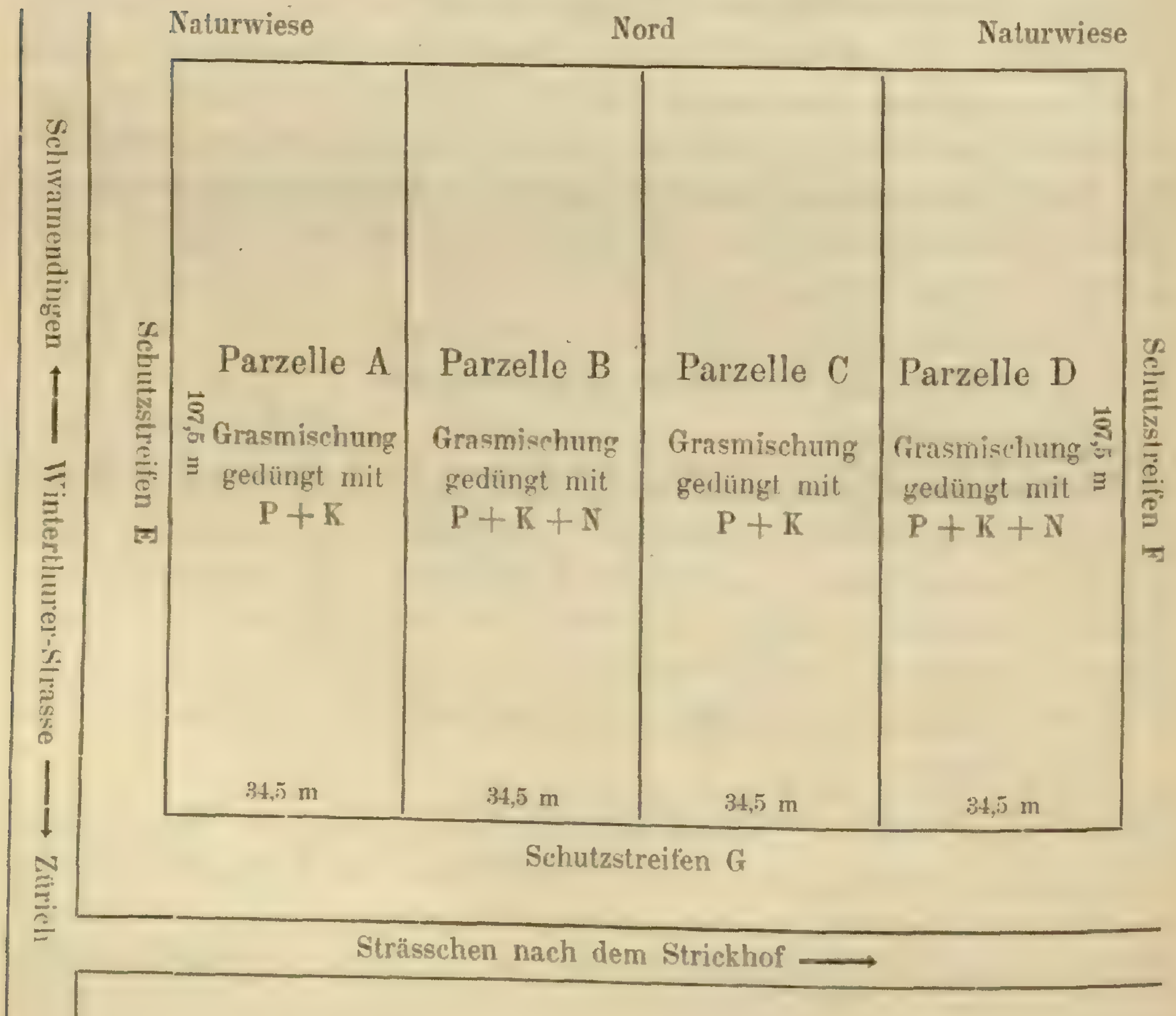
[1]) Vergl. Nowacki, A., Der praktische Kleegrasbau, 4. Aufl., Parey, Berlin, 1909, Band 109 der Thaer-Bibliothek S. 135 ff. Nowacki, A., Versuche machen ist eine Kunst, Deutsche landw. Presse. 37. Jahrg., S. 885. Nowacki, A., Zur Stickstoffrage, Deutsche landw. Presse, 38. Jahrg., S. 166—167.

Durch feuchte Witterung begünstigt, verlief die Keimung der Grassaat rasch. Aber mit den Gräsern lief der Ackersenf (*Brassica arvensis* [L.] Scheele) in solcher Unmenge auf, dass das Feld zur Zeit der Senfblüte ganz gelb aussah. Nach dem Abmähen starben die Stöcke dieser nicht erwünschten Überfrucht ab und der Bestand der neuen Wiese liess nichts zu wünschen übrig.

Am 3. April 1901 wurden rechtwinklig zur Pflugfurche und zur Nordgrenze vier gleich grosse, je eine Fläche von 3708,75 m² umfassende Parzellen abgesteckt und durch 30 cm breite und 10 cm tiefe Rinnen voneinander getrennt. Näheres ist aus dem beigedruckten Kulturplan und aus: Der praktische Kleegrasbau von Prof. Dr. A. Nowacki l. c. ersichtlich.

Das Versuchsfeld war auf drei Seiten von Schutzstreifen begrenzt, die bis zu Beginn des Düngungsversuches genau die gleiche wirtschaftliche Behandlung wie das Versuchsfeld selber erfuhren, während die Nordgrenze durch Naturwiese gebildet wurde.

Kulturplan des Versuchsfeldes auf dem Strickhof vom Frühling 1901 bis Frühling 1909.



Die Versuchsparzellen A und C, die sich gegenseitig kontrollierten, erhielten eine jährliche Düngung mit Phosphorsäure (pro Hektare 86 kg lösliche Phosphorsäure in Form von Superphosphat) und Kali (pro Hektare 67 kg lösliches Kali in Form von Kainit). Die Versuchsparzellen B und D, die sich ebenfalls gegenseitig kontrollierten, erhielten eine jährliche Düngung mit Phosphorsäure und Kali in gleicher Menge und Form wie die Parzellen A und C, aber dazu noch eine Stickstoffdüngung (pro Hektare 63 kg löslichen Stickstoff in Form von Chilesalpeter).

Diese Düngung wurde gleichmässig beibehalten während der ganzen Dauer des Versuches, nur das Jahr 1907 machte insofern eine Ausnahme, als gar kein Stickstoff zur Verwendung kam, so dass alle vier Parzellen in diesem Jahre nur eine gleichmässige Düngung mit Phosphorsäure und Kali erhielten.

Die angrenzenden Schutzstreifen wurden bei der Düngung sowohl wie bei der Ernte anders behandelt, als die vier Versuchsparzellen. Die Schutzstreifen erhielten die landesübliche Jauche- und Stallmistdüngung und wurden zur Grünfütterung öfter und auch zur Heubereitung früher gemäht, als die Versuchsparzellen, die ausschliesslich mit künstlichem Dünger bedacht und zum erstenmal in der Blüte der Hauptgräser zur Heugewinnung, zum zweitenmal einige Wochen später zur Emdgewinnung abgeerntet wurden. Diese verschiedene Behandlung hatte einen deutlich hervortretenden Einfluss auf den Pflanzenbestand. Löwenzahn (*Taraxacum officinale* Weber), Weissklee (*Trifolium repens* L.) und Bärenklau (*Heracleum Sphondylium* L.) waren in den Schutzstreifen recht häufig bis dominierend, während sie in den Versuchsparzellen nur vereinzelt, oder doch vor den Gräsern stark in den Hintergrund tretend, vorkamen.

Die Ertragszahlen der Versuchsparzellen in den Jahren 1901–1908 an Heu und Emd sind der folgenden Übersicht (siehe Seite 400) zu entnehmen. In der Rubrik P + K + N sind die Erträge der Parzellen B und D, die mit Phosphorsäure, Kali und Stickstoff versehen wurden, in der Kolonne P + K aber die Heu- und Emdquantitäten der Parzellen A und C, die nur mit Phosphorsäure und Kali gedüngt worden waren, eingetragen.

Schalten wir das Jahr 1907, wo kein gebundener Stickstoff gereicht wurde, aus und berücksichtigen nur die Ernteergebnisse der Jahre 1901—1906 und des Jahres 1908, so erhalten wir in den mit Salpeter gedüngten Parzellen einen Durchschnittsertrag von 9543,0 kg Heu und Emd pro Hektare; in den mit Salpeter nie gedüngten Parzellen beträgt der einschlägige Wert nur 8129,6 kg pro Hektare. Die Differenz beträgt somit 1413,4 kg Dürrfutter pro Hektare zu-

Erträge an Heu und Emd in Kilogramm pro Hektare.

Jahr	P + K + N (Parzellen B u. D)	P + K (Parzellen A und C)	Differenz + oder —
1901	Jahresdurchschnitt pro ha 9139,5	Jahresdurchschnitt pro ha 5655,0	+ 3484,5
1902	„ „ „ 10073,5	„ „ „ 6878,5	+ 3195,0
1903	„ „ „ 10792,0	„ „ „ 9632,5	+ 1159,5
1904	„ „ „ 8632,0	„ „ „ 8354,5	+ 277,5
1905	„ „ „ 9828,0	„ „ „ 8342,0	+ 1486,0
1906	„ „ „ 9491,0	„ „ „ 9902,0	— 411,0
1901/1906	Durchschnitt 9659,3	Durchschnitt 8127,4	+ 1531,9
	P + K	P + K	
1907	Jahresdurchschnitt pro ha 5783,5	Jahresdurchschnitt pro ha 7152,0	— 1368,5
	P + K + N	P + K	
1908	Jahresdurchschnitt pro ha 8845	Jahresdurchschnitt pro ha 8143	+ 702
1901/1908	Durchschnitt 9073,1	Durchschnitt 8007,4	+ 1065,7

gunsten der mit Salpeter gedüngten Parzellen, wodurch die erntefördernde Wirkung des Salpeters auf den Versuchsparzellen erwiesen ist.

Fassen wir die Ernteerträge der Parzellen A und C, die keinen gebundenen Stickstoff zugeführt erhielten, sondern konsequent alljährlich mit der gleichen Menge von Phosphorsäure und Kali gedüngt wurden, ins Auge. Ihre Erträge sind in der Tabelle unter der Rubrik P + K angeführt. Der Durchschnittsertrag an Heu und Emd ist im ersten Versuchsjahr (1901) am niedrigsten, so dass er gegen den Durchschnitt vom sechsten Jahr (1906) um rund 4250 kg pro Hektare zurückbleibt. Offenbar fehlte es den Gräsern bei Beginn des Versuches an geeigneten Stickstoffquellen, so dass sie Stickstoffhunger litten.

Der Durchschnittsertrag an Dürrfutter steigt vom Jahre 1901 bis zum Jahre 1903 um rund 4000 kg, geht 1904 und 1905 auf 2700 kg Mehrertrag zurück, um 1906 4250 kg Mehrernte als 1901 zu geben. Im Jahre 1907 sinkt der Ertrag bedeutend, was auf die im Vorsommer ungewöhnlich trockene Witterung des Jahrganges zurückzuführen sein dürfte. 1908 ist der Ertrag um rund 2500 kg Heu und Emd grösser als 1901 zu Beginn des Versuches. Das Stickstoffbedürfnis der Futtergräser war mithin vom Jahre 1903 an mehr oder weniger befriedigt.

Von besonderer Bedeutung schien uns die Beobachtung, dass die mit Salpeter gedüngten Parzellen in den beiden Jahren 1901 und

1902 einen Mehrertrag an Heu und Emd von rund 3500 und 3200 kg pro Hektare gaben, während im Jahre 1903 dieser Mehrertrag auf rund 1200 kg sank. Im Jahre 1906 lieferten die nicht mit Stickstoff gedüngten Parzellen sogar eine etwas grössere Ernte an Dürrfutter als die mit Salpeter versehenen Vergleichsparzellen.

Es lag nahe, hinsichtlich Ursache dieser allmählichen Verbesserung der Ernährungsbedingungen der Futtergräser auf den nicht mit Stickstoff gedüngten Parzellen an die Tätigkeit der freilebenden Stickstoff fixierenden Bodenbakterien zu denken. Ich folgte daher gerne einer Einladung von Herrn Prof. Dr. Nowacki, dem Veranstalter des Düngungsversuches, dahingehend, die Böden der Versuchsparzellen einer bakteriologischen Prüfung zu unterziehen. Im nachfolgenden will ich die befolgte Methodik und die Ergebnisse der vorgenommenen Untersuchungen skizzieren.

Untersuchungsmethode.

Um die zu erwartenden Untersuchungsresultate zuverlässig zu gestalten, wurde die bakteriologische Bodenprüfung zu drei verschiedenen Zeitpunkten ausgeführt, nämlich am 1. und 16. Oktober 1908, sowie am 12. März 1909. Am 16. Oktober beschränkte sich die Untersuchung auf den Boden der vier Düngungsversuchsparzellen A, B, C und D, während am 1. Oktober und am 12. März ausserdem noch die Böden der beiden Schutzstreifen E und G zu Vergleichszwecken herangezogen wurden. Obwohl diese Schutzstreifen, wie schon oben erwähnt, zu Beginn des Düngungsversuches das gleiche Saatgut erhielten, so hatte sich doch im Laufe der Jahre, zufolge anderer Düngungs- und Ernteverhältnisse, eine von der Versuchsfläche stark verschiedene Flora festgesetzt, die durch mehr oder weniger starkes Hervortreten von Weissklee, Löwenzahn und Bärenklau neben den Futtergräsern charakterisiert wurde. Es erschien nicht ausgeschlossen, dass auf diesen Schutzstreifen eine von den Parzellen des Düngungsversuches verschiedene Mikroflora nachweisbar sei.

Bei der Entnahme der bakteriologisch zu untersuchenden Bodenproben wurde so vorgegangen, dass in jeder Parzelle mittels sterilisiertem Spaten drei Erdwürfel von ungefähr 15 cm Kantenlänge ausgehoben und auf einen Bogen sterilisiertes Pergamentpapier gelegt wurden. Nachdem die Hände erst mit Seife und Wasser gereinigt und dann mit 50prozentigem Alkohol eingerieben worden waren, beseitigte ich möglichst vollständig Regenwürmer, vereinzelte Engerlinge, Pflanzenreste und Steine aus den Erdproben und gewann

durch gründliches Mischen eine Mittelprobe, von der ungefähr 500 Gramm, ins Laboratorium verbracht, tunlichst bald bakteriologisch untersucht wurden. Noch sei erwähnt, dass auf dem Felde solche Stellen für die Probeentnahme gewählt wurden, an denen möglichst wenig Weissklee vorkam und möglichst reiner Futtergräserbestand herrschte. Alle untersuchten Erdproben bestanden aus schwerem humus-, kalk- und steinhaltigem Lehmboden von guter Fruchtbarkeit.

Aus dem Innern der ca. 500 Gramm betragenden Mittelprobe wog ich unter Berücksichtigung aseptischer Kautelen 5 Gramm Erde in einen sterilisierten Tiegel ab und stellte mit 500 ccm sterilem Wasser eine gleichmässige Emulsion her. Ich wählte absichtlich die relativ beträchtliche Menge von 5 Gramm Boden zur Gewinnung der Emulsion, um eher Durchschnittsresultate bei der Untersuchung erwarten zu dürfen. Die Bodenemulsion verwendete ich zum Gewinnen von in ihrem Gehalt an Erde dezimal abgestuften Plattenkulturen von Fleischwasserpeptongelatine und Fleischwasserpeptonagar. Die Gelatineplatten wurden bei 16—18° C, die Agarplatten bei 30° C aufgestellt. Das Auszählen der angegangenen Kolonien wurde an jedem zweiten Tage bis nach Verfluss von total 10 Tagen Wachstumszeit durchgeführt. Um die Verflüssigung der Gelatine durch manche Bodenbakterienarten hintanzuhalten, wurden peptonisierende Kolonien, nachdem sie einen Durchmesser von ca. 2 mm erreicht hatten und das mikroskopische Bild eruiert, ev. auch ein Abstich zur Bestimmung der Art vorgenommen worden war, mittels Silbernitrat am Weiterwachstum gehindert. Dadurch bot sich den langsamer wachsenden Bakterienarten Gelegenheit, auch noch makroskopisch sichtbare Kolonien zu bilden. Wie die Erfahrung lehrt, ist es zweckmässig, mit dem Feststellen des definitiven Untersuchungsresultates bis zum zehnten Tage zuzuwarten, da im Boden Mikroorganismen vorkommen, die auf künstlichen Nährsubstraten nur langsam zur Koloniebildung schreiten und deshalb leicht übersehen werden. Namentlich bei Streptothrix-Arten konnte ich diese Beobachtung öfters machen.

Um Anhaltspunkte nicht bloss hinsichtlich der Quantität, sondern auch der Qualität der in den verschiedenen Bodenproben vorkommenden Schizomyceten zu erhalten, stellte ich von einigen leicht erkennbaren Bakteriengruppen und Spaltpilzarten den prozentualen Anteil an der Gesamtflora zahlenmässig fest, so auf den Gelatineplatten die Gruppen der Gelatine verflüssigenden und der nicht oder nur sehr langsam verflüssigenden Arten, sowie die Zahl der *Bacterium fluorescens-* (Flügge) L. et N. und der *Streptothrix*

chromogena- Gasperini Kolonien. Innerhalb der Agarplattenflora bestimmte ich den prozentualen Anteil von *Bacillus mycoides* Flügge, *Bacillus mesentericus* Flügge und *Bacillus megatherium* De Bary.

Durch Anwendung der Verdünnungsmethode suchte ich die Menge der im Boden vorkommenden Zellen von *Azotobacter chroococcum* Beij. als Vertreter der aëroben und von *Bacillus amylobacter* Bredemann als Vertreter der mehr oder weniger anaëroben freilebenden Stickstoff fixierenden Spaltpilze zu eruieren. Zum Nachweis von Azotobacter chroococcum verwendete ich eine Nährlösung von folgender Zusammensetzung:

Wasser	1000 g	Chlornatrium	0,5 g
Mannit	10 „	Kohlensaurer Kalk	0,5 „
Dikaliumphosphat	0,5 „	Eisenvitriol	Spur.

Je 100 ccm dieser Nährlösung brachte ich in Erlenmeyerkolben von rund $^1/_2$ l Inhalt, die mit grosser Bodenfläche versehen sind, so dass die Flüssigkeit eine nur ungefähr 1 cm dicke Schicht bildete. Nach erfolgter Sterilisation im strömenden Wasserdampf impfte ich die mit Watteverschluss versehenen Kolben mit dezimal abgestuften Erdmengen (1, $^1/_{10}$, $^1/_{100}$, $^1/_{1000}$ etc. g) und stellte sie zu 30° C in den Thermostaten. Nach Verfluss von 2 und 5 Tagen prüfte ich den Kolbeninhalt makro- und mikroskopisch auf das Vorkommen von Azotobacterzellen, wobei nicht selten die Anwendung einer kleinen Schleuderzentrifuge zum Nachweis spärlicher Azotobacter-Vegetation sich als nutzbringend erwies. In Zweifelsfällen ergab das Anlegen von Mannitagar-Strich- und -Plattenkulturen (Zusammensetzung siehe unten) Aufschluss darüber, ob Azotobacter vorlag, oder ob das nicht der Fall war.

In einigen Fällen versuchte ich die Zahl der Azotobacter-Zellen im Boden durch das Verarbeiten der Bodenemulsion auf Plattenkulturen von Mannitagar bei 30° C festzustellen. Dieser Mannitagar wurde gewonnen durch Versteifen von einem Liter oben angeführter Mannit-Nährlösung mittels 15 g Agar-Agar. Die dabei erzielten Resultate befriedigten aber gar nicht, da nur ein bescheidener Prozentsatz jener durch die Verdünnungsmethode mittels Nährlösung nachgewiesenen Azotobacter-Keime auf dem Agar zur Kolonienbildung schritt.

Ähnlich wie zum Nachweis der Azotobacter-Zellen bediente ich mich auch der Verdünnungsmethode zum Feststellen der Bacillus amylobacter-Keime im Boden. Entsprechend den differenten Ansprüchen von Bacillus amylobacter an günstige Existenzbedingungen wurde im oben angegebenen Nährlösungsrezept der Mannit durch 10 g Traubenzucker ersetzt und die Flüssigkeit nicht in Erlen-

meyerkolben, sondern in Reagensgläser abgefüllt. Nach erfolgter Sterilisation und Impfung mit verschiedenen Bodenmengen wurden die Gläschen, mit sterilen Gummizapfen verschlossen, zu 37° C in den Brutschrank gestellt. Nach 2 und 5 Tagen erfolgte die mikroskopische Prüfung von zentrifugiertem Reagensglasinhalt auf das Vorkommen von Bacillus amylobacter und, wenn notwendig, das Anlegen weiterer Kulturarten, die zur Erkennung dieser Spaltpilzart dienen können.

Es liegt in der Natur des Verdünnungsverfahrens, als elektive Methode angewendet, begründet, dass seine Resultate bei Parallelversuchen nicht immer genau übereinstimmen werden, da in der gewählten kleinen Menge des zu untersuchenden Bodens wohl das eine Mal sich noch eine oder wenige Zellen der nachzuweisenden Bakterienart vorfinden, das andere Mal aber zufälligerweise nicht. Um über zuverlässigere Untersuchungsresultate zu verfügen, wurden beim Nachweis der Menge von Azotobacter- und Bacillus amylobacter-Zellen im Boden durch das Verdünnungsverfahren je Parallelversuche eingeleitet, deren Ergebnisse recht befriedigend übereinstimmten.

Nachdem in den Bodenproben der verschiedenen Versuchsparzellen die annähernde Menge von Azotobacter und Bacillus amylobacter festgestellt war, wurde diejenige Bodenquantität, in der die genannten Spaltpilzarten sich noch nachweisen liessen als obere und die nächstfolgende kleinere Bodenmenge, in welcher der Nachweis nicht mehr gelungen war, als untere Grenze einer neuen Versuchsserie mit zehn dezimal abgestuften Verdünnungsmengen gewählt. Auf diese Weise liess sich die Menge der Azotobacter- und der Bacillus amylobacter-Zellen im Boden genauer bestimmen.

Ausser den auf Gelatine- und Agarplatten gedeihenden Spaltpilzarten und den bekannten aëroben und anaëroben freilebenden Stickstoff fixierenden Bakterien suchte ich auch die annähernde Menge der nitrifizierenden und der denitrifizierenden Schizomyceten in den verschiedenen Versuchsparzellen unter Zuhülfenahme der Verdünnungsmethode festzustellen.

Nach den Angaben von Winogradsky wurden auf folgende Weise Rohkulturen von salpeterbildenden Spaltpilzen zu gewinnen versucht. In Erlenmeyerkölbchen von 200 ccm Inhalt gab ich nebst einer Messerspitze kohlensaurer Magnesia 15 ccm folgender Nährlösung:

Wasser	1000	g	Chlornatrium	0,5	g
Monokaliumphosphat	1	„	Calciumchlorid	Spur.	
Magnesiumsulfat	0,5	„			

Im strömenden Wasserdampf wurde unter Watteverschluss sterilisiert und nach erfolgter Zugabe von 2 ccm einer 2prozentigen

Ammonsulfatlösung die zweckmässig erscheinenden Mengen von Emulsion des auf das Vorkommen von Nitrifizierenden zu prüfenden Bodens in dezimal abgestuften Verdünnungen zugesetzt. Nach 10, 20 und 30 Tage dauerndem Aufenthalt bei 30° C, während welchem die Nährflüssigkeit im Bedürfnisfalle zufolge Verdunstung teilweise ersetzt werden muss, prüfte ich auf das Vorkommen von Nitrit und Nitrat und mittelst mikroskopischem Präparat auf die Anwesenheit der charakteristisch aussehenden Winogradsky'schen Nitroso- und Nitrobakterien.

Die Prüfung der Böden auf das Vorkommen von denitrifizierenden Bakterienarten erfolgte mittels Giltay-Lösung, zu 10 ccm in Reagensgläser abgefüllt, sterilisiert und mit dezimal abgestuften, geeignet erscheinenden Mengen von Bodenemulsion geimpft. In jenen Fällen, wo in der geimpften Giltay-Lösung kräftige Gasproduktion eintrat, legte ich aus der gärenden Flüssigkeit Nährgelatine- und Nähragar-plattenkulturen an, um die vorkommenden denitrifizierenden Spaltpilzarten zu bestimmen. Auf diese Weise konnten Annäherungswerte über die Menge der in den verschiedenen Bodenproben vorkommenden Denitrifizierenden mittels der Verdünnungsmethode eruiert werden.

Von der Überzeugung ausgehend, dass der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens für die Durchführung eines mikrobiologischen Prozesses, wie die Fixierung des freien atmosphärischen Stickstoffes durch Spaltpilze einer ist, von grosser Bedeutung sein müsse, bestimmte ich den Wassergehalt jeder untersuchten Erdprobe. Gleichzeitig war dadurch die Möglichkeit gegeben, die bei den verschiedenen Bodenproben erhaltenen bakteriologischen Untersuchungsresultate miteinander zu vergleichen, indem ich sie auf lufttrockenen Boden umrechnete. Wo nichts anderes bemerkt ist, beziehen sich die im folgenden angegebenen Keimzahlen stets auf das Gramm lufttrockenen Bodens. Die Bestimmung des Wassergehaltes führte ich folgendermassen durch: In eine Papierdüte von bekanntem Gewichte wurde eine bestimmte Menge feuchten Bodens abgewogen und dann im Exsikkator über konzentrierter Schwefelsäure so lange aufbewahrt, bis das Gewicht konstant blieb. Der eingetretene Gewichtsverlust erlaubte, den Wassergehalt des Bodens in Gewichtsprozent des lufttrockenen Bodens ausgedrückt, anzugeben.

In der folgenden Tabelle 1 ist der Wassergehalt der verschiedenen, in den drei Untersuchungszeiten bakteriologisch geprüften Erdproben, in Gewichtsprozent des lufttrockenen Bodens angegeben, zusammengestellt.

Tabelle 1.

Wassergehalt der untersuchten Erdproben in Gewichtsprozent des lufttrockenen Bodens.

Parzelle	1. X. 1908	16. X. 1908	12. III. 1909
A Mit P und K, nie mit N gedüngt . . .	23. 81	15. 30	28. 34
B Mit P, K und N gedüngt	29. 05	15. 76	34. 68
C Parallelversuch zu A	22. 81	17. 96	30. 25
D Parallelversuch zu B	24. 21	18. 97	31. 31
E Schutzstreifen. Mit Jauche und Stallmist gedüngt	29. 33	—	35. 47
G Schutzstreifen. Wie E behandelt . . .	19. 69	—	28. 33
Mittlerer Wassergehalt der Erdproben . . .	24. 82	17. 00	31. 40

Aus der Tabelle 1 geht hervor, dass der Wassergehalt des Bodens in den einzelnen Parzellen je nach der gewählten Prüfungszeit stark schwankt, was durch die Jahreszeit und die Grösse der Niederschläge leicht erklärlich ist. Auffallender ist der Befund, dass bei gleicher Prüfungszeit im Boden der einzelnen Parzellen ein verschiedener Wassergehalt festgestellt werden konnte. Es deutet dies darauf hin, dass der Boden des Versuchsfeldes, obwohl ursprünglich gleich behandelt und auch bei eingehender makroskopischer Prüfung an verschiedenen Stellen keine grössern Unterschiede zeigend, doch in seiner physikalisch-chemischen Beschaffenheit Differenzen aufweisen muss, ein Befund, der im nachfolgenden bezüglich Kalkbestimmung seine Bestätigung findet.

Da die Tätigkeit des Bodens nicht bloss von seinem Wassergehalt, sondern neben andern Faktoren auch vom Gehalt an Kalk abhängig ist, so bestimmte ich bei den untersuchten Erdproben auch die Menge des darin vorkommenden kohlensauren Kalkes. Zu dem Zwecke wurde die Erdprobe in den lufttrockenen Zustand übergeführt, im Mörser pulverisiert, 10 g hievon in einem Erlenmeyerkölbchen mit verdünnter Salzsäure behandelt und aus dem durch das Entweichen von Kohlendioxyd bedingten Gewichtsverlust die Menge des in 10 g Boden vorhandenen kohlensauren Kalkes berechnet. Der Gehalt an kohlensaurem Kalk wurde in Gewichtsprozent angegeben.[1])

Die genannte Prüfungsmethode liefert zwar keine absolut genauen Zahlenwerte, stellt aber doch für die Praxis ausreichende Vergleichs-

[1]) Näheres über die angewendete Arbeitsweise siehe in: Nowacki, A., Praktische Bodenkunde, 5. Aufl., Band 81 der Thaerbibliothek. Berlin, 1910, Parey. S. 136—139.

zahlen zur Verfügung. Die erhaltenen Untersuchungsresultate sind in Tabelle 2 übersichtlich geordnet.

Tabelle 2.

Gehalt der untersuchten Erdproben an kohlensaurem Kalk in Gewichtsprozent des lufttrockenen Bodens.

Parzelle	1. X. 1908	16. X. 1908	12. III. 1909	Mittlerer Gebalt
A Mit P und K, nie mit N gedüngt .	4.73	4.51	5.28	4.84
B Mit P, K und N gedüngt	2.10	2.21	1.08	1.80
C Parallelversuch zu A	3.83	6.40	8.32	6.18
D Parallelversuch zu B	2.00	6.06	4.32	4.13
E Schutzstreifen. Mit Jauche u. Stallmist gedüngt	8.49	—	7.41	7.95
G Schutzstreifen. Wie E behandelt .	16.36	—	12.96	14.66

Übereinstimmend mit dem Befunde, dass der Wassergehalt der dem Versuchsfelde an verschiedenen Stellen enthobenen Erdproben mehr oder weniger stark schwankt, geht aus der Tabelle 2 hervor, dass auch der Gehalt der Bodenproben an kohlensaurem Kalk oft stark verschieden ist. Der Boden des Versuchsfeldes zeigt mithin keineswegs, wie man aus einer eingehenden makroskopischen Prüfung schliessen möchte, gleichmässige Beschaffenheit, im Gegenteil sind innerhalb nahe beieinander liegender Örtlichkeiten nicht unbedeutende Unterschiede in der chemisch-physikalischen Beschaffenheit des Bodens zu konstatieren. Ich möchte diese Eigentümlichkeit des Versuchsfeldbodens durch den Hinweis erklären, dass die Verwitterungsprodukte der anstehenden obern Süsswassermolasse in der Umgebung von Zürich mit einer mehr oder weniger mächtigen Schicht Glazialschutt überführt sind. Dieses durch Eistransport hergeführte Material zeigt zufolge mineralogisch-petrographischer Verschiedenheit grosse Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung des daraus hervorgehenden Bodens. Es ist einleuchtend, dass eine an blauem Alpenkalk reiche Partie Glazialschutt im Laufe der Zeit bei der Verwitterung einen andern Boden liefert als anderes Gletschermaterial, das viel kieselsäurereichen Verrucano enthielt.

Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchung.

In der Tabelle 3 sind die Resultate der auf die soeben beschriebene Art und Weise durchgeführten bakteriologischen Untersuchungen vom 1. Oktober 1908, auf je ein Gramm trockene Erde berechnet, zusammengestellt. In jenen Fällen, wo die Angabe der Keimmengen in Grenzwerten erfolgte (wie z. B. bei *Azotobacter*

Tabelle 3.

Resultate der bakteriologischen Bodenuntersuchung der verschiedenen Versuchsparzellen vom 1. Oktober 1908.

Untersuchte Parzelle	Auf Gelatineplatten sich entwickelnde Keime	Auf Agarplatten sich entwickelnde Keime	*Azotobacter chroococcum* Beij.	*Bacillus amylobacter* Bredem.	Nitrifizierende Spaltpilze	Denitrifizierende Spaltpilze
A Mit P und K, nie mit N gedüngt .	7 217 800	7 611 500	13 200 —132 000	132 000 — 1 320 000	13 — 130	13 — 130
B Mit P, K und N gedüngt	18 169 000	17 324 000	1 400 — 14 000	1 400 — 14 000	14 — 140	140 —1400
C Parallelversuch zu A	9 326 400	9 326 400	13 000 —130 000	13 000 — 130 000	13 — 130	13 — 130
D Parallelversuch zu B	17 110 800	14 644 000	1 320 — 13 200	1 300 — 13 200	13 — 130	132 —1320
E Schutzstreifen. Mit Jauche und Stallmist gedüngt	8 769 400	6 364 900	1 400 — 14 000	1 400 — 14 000	143 —1430	14 — 143
G Schutzstreifen. Wie E behandelt .	8 375 000	5 125 000	1 250 — 12 500	1 250 — 12 500	12 — 125	12 — 125

chroococcum 13 200—132 000), gibt die erstgenannte Zahl an, dass diese Menge der spezifisch arbeitenden Bakterienart in der elektiv wirkenden Nährlösung mittels der Verdünnungsmethode durch eingetretene Entwicklung nachweisbar war, die an zweiter Stelle genannte Keimmenge dagegen liess sich nicht mehr feststellen. In weitaus der Mehrzahl der Fälle wird die wirkliche Menge, in der die betreffende Spaltpilzart im Gramm trockenen Bodens vorkommt, zwischen den beiden angeführten Zahlenwerten liegen.

Die Tabelle 4 bietet eine Übersicht über die auf den Nährgelatineplattenkulturen nachgewiesenen Bakterienspezies bezw. Gruppen von Spaltpilzarten.

Tabelle 4.

Zusammensetzung der Nährgelatineplattenflora vom 1. Oktober 1908.

Untersuchte Parzelle	Gesamtzahl pro g trockene Erde	Gelatine verflüssigend %	Gelatine nicht oder nur sehr langsam verflüssigend %	*Bacterium fluorescens* %	*Streptothrix chromogena* %
A (ohne N) . . .	7 217 800	19	81	12	2
B (mit N)	18 169 000	14	86	7	3
C (ohne N) . . .	9 326 400	17	83	13	7
D (mit N)	17 110 800	18	82	4	4
E (Schutzstreifen) .	8 769 400	22	78	14	—
G (Schutzstreifen) .	8 375 000	31	69	12	1

In entsprechender Weise wie bei den Nährgelatineplattenkulturen wurden auch die auf den Nähragarplatten sich zu Kolonien entwickelnden Keime in einigen Arten bestimmt. Die Resultate sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5.

Zusammensetzung der Nähragarplattenflora vom 1. Oktober 1908.

Untersuchte Parzelle	Gesamtzahl pro g trockene Erde	*Bacillus mycoides* %	*Bacillus mesentericus* %	*Bacillus megatherium* %
A (ohne N)	7 611 500	2	3	2
B (mit N)	17 324 000	1	4	1
C (ohne N)	9 326 400	1	2	1
D (mit N)	14 644 000	4	7	3
E (Schutzstreifen) . .	6 364 900	2	3	2
G (Schutzstreifen) . .	5 125 000	11	4	3

Ich versuchte die Zahl der im Gramm lufttrockenen Bodens vorkommenden Azotobacter-Zellen durch Anlegen von Mannitagarplattenkulturen mittels geeignet erscheinenden Verdünnungen und Bebrüten bei 30° C direkt festzustellen und kam dabei zu folgenden Resultaten (pro g lufttrockene Erde):

In Parzelle	A (ohne N)	4600	entwicklungsfähige	Azotobacter-Keime.
„ „	B (mit N)	2100	„	„
„ „	C (ohne N)	5300	„	„
„ „	D (mit N)	3200	„	„
„ „	E (Schutzstreifen)	2300	„	„
„ „	G (Schutzstreifen)	3400	„	„

Auf die früher beschriebene Weise bestimmte ich mittelst der Verdünnungsmethode in der elektiv wirkenden Mannitnährlösung die Zahl der Azotobacter-Keime genauer und erzielte dabei folgende Resultate:

Bei Parzelle A als Vertreter jener Parzellen, die nie Salpeter als Stickstoffdünger erhielten, zeigte die Nährlösung im Glaskolben mit $^1/_{10\,000}$ g feuchter Erde geimpft Azotobactervegetation (+), bei $^1/_{15\,000}$ g +, $^1/_{20\,000}$ g +, $^1/_{25\,000}$ g +, $^1/_{30\,000}$ g +, $^1/_{35\,000}$ g +, $^1/_{40\,000}$ g +, $^1/_{45\,000}$ g +, $^1/_{50\,000}$ g +, $^1/_{55\,000}$ g +, $^1/_{60\,000}$ g +, $^1/_{65\,000}$ g +, $^1/_{70\,000}$ g +, $^1/_{75\,000}$ g +, bei $^1/_{80\,000}$ g war keine Azotobacter-Entwicklung mehr nachweisbar (—), wohl aber wieder bei $^1/_{85\,000}$ g, bei $^1/_{90\,000}$ g —, $^1/_{95\,000}$ g — und $^1/_{100\,000}$ g —. Das mit den übrigen Befunden bei der Verdünnung $^1/_{85\,000}$ g nicht übereinstimmende Ergebnis ist, wie ich früher betonte, auf die angewendete Verdünnungsmethode zurückzuführen. Im Gramm feuchter Erde der Parzelle A waren mindestens 75 000 Keime von Azotobacter chroococcum nachweisbar, so dass die Azotobacter-Zahl auf ein Gramm lufttrockene Erde umgerechnet, mindestens 98700 beträgt.

Im Boden der Parzelle B als Vertreter jener Parzellen, die Salpeter als Stickstoffdünger erhielten, waren pro Gramm trockener Erde 4900—6300 Azotobacter-Keime feststellbar.

Die entsprechende Arbeitsweise liess mittelst der Verdünnungsmethode in der auslesend wirkenden Traubenzuckernährlösung die Zahl der Keime von *Bacillus amylobacter* feststellen. Die hiebei erhaltenen Ergebnisse sind pro g lufttrockene Erde:

Bei Parzelle	A (ohne N)	mindestens 1 120 000	Keime von	Bacillus amylobacter.
„ „	B (mit N)	10 600 — 12 000	„ „	„ „
„ „	E (Schutzstreifen)	32 000	„ „	„ „

Bemerkungen zu den bakteriologischen Untersuchungsresultaten vom 1. Oktober 1908.

1. Hinsichtlich der auf Nährgelatineplattenkulturen bei 16–18° C zu Kolonien ausgewachsenen Spaltpilze:

a) Die mit Salpeter gedüngten Parzellen B und D weisen bedeutend höhere Keimzahlen auf, als die nicht mit Salpeter versehenen Parzellen A und C.

b) Die entsprechend wie die eigentlichen Versuchsparzellen ebenfalls mit Gras bewachsenen Schutzstreifen enthielten, obwohl sie von Zeit zu Zeit mit Kuhjauche und Stallmist gedüngt wurden, nicht mehr gelatinewüchsige Keime als jene Parzellen, die keinen Stickstoffdünger empfingen.

c) Von den qualitativen Untersuchungsresultaten ist hervorhebenswert, dass in den Versuchsböden jene, die Gelatine gar nicht oder nur sehr langsam verflüssigenden Bakterienarten viel reichlicher vertreten sind, als die gelatineverflüssigenden.

2. Bezüglich der auf Nähragarplattenkulturen bei 30° C sich zu Kolonien entwickelnden Bakterien:

a) Die Keimzahlen der Agarplatten stehen im allgemeinen nur relativ wenig hinter denen der Gelatineplatten zurück; in einem Falle sind sie gleich gross, in einem zweiten sind sie sogar auf Agarplatten etwas grösser als auf den entsprechenden Gelatineplatten.

b) Die unter a) und b) bei den Nährgelatineplatten besprochenen Eigentümlichkeiten werden durch die Ergebnisse der Nähragarkulturen bestätigt.

c) Die in den Kulturböden weit verbreitet vorkommenden Bakterienspezies *Bacillus mycoides* Flügge, *Bacillus mesentericus* Flügge und *Bacillus megatherium* De Bary konnten in den Versuchsböden in wechselnden Prozentzahlen angetroffen werden.

3. Hinsichtlich der durch dezimal gehaltene Verdünnungen in Mannitnährlösung annähernd bestimmten Zellmenge von *Azotobacter chroococcum* Beij. in den verschiedenen Böden. Die ausgeführten Parallelversuche stimmen in ihren Ergebnissen in erfreulicher Weise annähernd überein und berechtigen zu folgenden Schlüssen:

a) Die nie mit gebundenem Stickstoff gedüngten Parzellen liessen in ihrem Boden rund die zehnfache Menge von Azotobacter chroococcum nachweisen, als die mit Salpeter regelmässig gedüngten Parzellen.

b) Die mit Gras bestandenen Schutzstreifen bargen in ihrem Boden annähernd die gleiche nachweisbare Azotobacter-Menge wie

die mit Salpeter gedüngten Parzellen, was uns keineswegs verwundert, da sie von Zeit zu Zeit Jauche und Stallmist erhielten.

4. Bezüglich der durch dezimal gehaltene Verdünnungen in Mannitnährlösung genauer bestimmten Zahl von Azotobacter-Zellen:

Als Vertreter der nie mit stickstoffhaltigem Dünger versehenen Böden wurde Parzelle A, als Vertreter der Salpeterdüngung empfangenden Böden Parzelle B für die Untersuchung herangezogen. Die erhaltenen miteinander vergleichbaren Zahlen pro Gramm trockenen Bodens betrugen bei A 98700, bei B 4900—6300 Azotobacter-Keime, mit andern Worten, die nie mit gebundenem Stickstoff versehene Parzelle A liess mindestens rund das 16fache an Azotobacter wie die mit Salpeter gedüngte Parzelle B nachweisen.

5. Hinsichtlich der durch Aussaat von kleinen Mengen Erdemulsion auf Mannitagarplattenkulturen direkt bestimmten Keimzahl von Azotobacter chroococcum:

a) Die auf genannte Weise im Boden bestimmte Azotobacter-Zahl steht weit hinter der durch Aussaat in Mannitnährlösung erhaltenen zurück; die einschlägigen Zahlen sind 4600 und 98700 bezw. 2100 und 4900—6300. Die Nährflüssigkeit eignet sich demnach für die Entwicklung der Azotobacter-Zellen bedeutend besser als das feste Nährsubstrat.

b) Vergleichen wir die mittelst Mannitagarplattenkulturen bei den einzelnen Parzellen festgestellten Azotobacter-Mengen miteinander, so erweisen sich auch da die Parzellen, die nie gebundenen Stickstoff zugeführt erhielten, als bedeutend reicher an nachweisbaren Azotobacter-Zellen als jene Parzellen, die Salpeter oder Jauche empfingen. Die erhaltenen Unterschiede in den nachgewiesenen Azotobacter-Zahlen sind bei Benutzung des festen Nährsubstrates allerdings bedeutend kleiner als bei Anwendung von Mannitnährlösung zum Nachweis der in Frage stehenden Spaltpilzart.

6. Bezüglich der durch dezimal abgestufte Verdünnungen in Traubenzuckernährlösung annähernd bestimmten Menge von *Bacillus amylobacter* Bredemann. Die entsprechend wie bei der Azotobacter-Bestimmung auch hier angelegten Parallelversuche stimmten befriedigend überein und veranlassen nachstehende Schlussfolgerungen:

a) Die nie mit Salpeter gedüngten Parzellen liessen die zehn- bis hundertfache Menge von Bacillus amylobacter-Keimen nachweisen, verglichen mit den Böden, die regelmässig gebundenen Stickstoff erhielten.

b) Die mit Gras bewachsenen Schutzstreifen enthielten in ihrem Boden ungefähr die gleiche Menge nachweisbarer Zellen von Bacillus amylobacter wie die mit Salpeter gedüngten Parzellen, was durch die von Zeit zu Zeit erfolgende Jauche- und Stallmistdüngung erklärlich wird.

7. Hinsichtlich der durch dezimal abgestufte Verdünnungen in Traubenzuckernährlösung genauer eruierten Zahl von Bacillus amylobacter. Entsprechend wie bei der Feststellung der Azotobacter-Zahl wurden die Parzellen A und B und ausserdem noch E, als Vertreter der Schutzstreifen, für den Versuch herangezogen. Im Gramm lufttrockenen Bodens konnten in der Parzelle A 1 120 000, bei Parzelle B 10 600—12 000, in E 32 000 Keime von Bacillus amylobacter festgestellt werden. Der nachweisbare Bacillus amylobacter-Gehalt betrug in der Stickstoff freien Parzelle das 93—106 fache desjenigen in der mit Stickstoff gedüngten Parzelle, während im Boden des Schutzstreifens E ein mittlerer Gehalt an Bacillus amylobacter feststellbar war.

8. Bezüglich der Menge der in den verschiedenen Parzellen nachgewiesenen nitrifizierenden Spaltpilze: in sämtlichen geprüften Erdproben ist die Zahl eine recht bescheidene. Nur in dem mit Gras besetzten Schutzstreifen E ist die Menge etwas grösser. Der Gedanke, dass der mit Jauche gedüngte Schutzstreifen zufolge öfteren Zuführens von Ammoniakverbindungen mit der Jauche, den Salpeterbildnern günstigere Existenzbedingungen bot, ist nicht von der Hand zu weisen, erhält aber im Resultat der Parzelle G keine Stütze, da dort, trotz ähnlichen oder gleichen Düngungsverhältnissen die Zahl der nachgewiesenen Nitrifizierenden nicht grösser ist, als in den Parzellen des eigentlichen Düngungsversuches, wo nie Stickstoff in Form von Ammoniakverbindungen hingebracht wurde.

9. Hinsichtlich der Menge der in den verschiedenen Böden nachgewiesenen denitrifizierenden Bakterienarten: der Befund ist auffallend, indem diejenigen Parzellen, denen Salpeter als Dünger zugeführt wurde, die rund zehnmal grössere Zahl von Denitrifizierenden nachweisen liessen, als der nicht mit Salpeterzufuhr bedachte Boden. In den Reagensgläschen mit Giltay-Lösung war als denitrifizierende Art immer nur das *Bacterium Stutzeri* L. et N. feststellbar. Dieses Untersuchungsergebnis ruft um so mehr der berechtigten Frage. ob nicht ein Teil des im vorliegenden Versuch als Dünger gebotenen Salpeters zufolge von Denitrifikationsvorgängen im Boden zersetzt und dadurch für die Pflanzenernährung unzugänglich wurde, dies um so mehr, als der in seiner Struktur relativ dichte Boden des Versuchsfeldes dem Luftsauerstoff wenig Zutritt bot und dadurch die salpeterzersetzende Tätigkeit gewisser Spaltpilzarten begünstigte.

Im folgenden seien die Untersuchungsergebnisse der am 16. Oktober 1908 eingeleiteten bakteriologischen Bodenprüfung der Parzellen des eigentlichen Düngungsversuches, unter Weglassen der Schutzstreifen, besprochen. Die Resultate, die sich auf ein Gramm lufttrockenen Bodens beziehen, sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6.

Resultate der bakteriologischen Bodenuntersuchung der verschiedenen Versuchsparzellen vom 16. Oktober 1908,

Untersuchte Parzelle	Auf Gelatineplatten sich entwickelnde Keime	Auf Agarplatten sich entwickelnde Keime	*Azotobacter chroococcum*	*Bacillus amylobacter*	Nitrifizierende Spaltpilze	Denitrifizierende Spaltpilze
A Mit P und K, nie mit N gedüngt .	7 882 400	7 058 800	11 800 — 118 000 [1]	11 800 — 118 000	12 — 120	12 — 120
B Mit P, K und N gedüngt	15 120 000	14 523 800	1 180 — 11 800	1 180 — 11 800	12 — 120	120 — 1200
C Parallelversuch zu A	8 170 700	8 070 700	12 000 — 120 000	120 000 — 1 200 000	12 — 120	12 — 120
D Parallelversuch zu B	16 125 000	14 568 000	1 230 — 12 300	1 230 — 12 300	12 — 120	120 — 1200

[1]) Hinsichtlich Deutung der angeführten Zahlen sei auf die einleitende Bemerkung bei Tabelle 3 S. 407 verwiesen.

Die Tabelle 7 enthält eine Übersicht über die auf den Nährgelatineplattenkulturen leicht erkennbaren Bakterienarten bezw. Gruppen von Schizomyceten.

Tabelle 7.

Zusammensetzung der Nährgelatineplattenflora vom 16. Oktober 1908.

Untersuchte Parzelle	Gesamtzahl pro g lufttrockene Erde	Gelatine verflüssigend %	Gelatine nicht oder nur sehr langsam verflüssigend %	*Bacterium fluorescens* %	*Streptothrix chromogena* %
A (ohne N) .	7 882 400	22	78	6	3
B (mit N) . .	15 120 000	23	77	7	5
C (ohne N) .	8 170 700	19	81	11	2
D (mit N) . .	16 125 000	21	79	4	7

Wie bei den Nährgelatineplattenkulturen wurde auch von der auf den Nähragarplatten sich entwickelnden Mikroflora einige Arten bestimmt. Die erhaltenen Ergebnisse sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Tabelle 8.

Zusammensetzung der Nähragarplattenflora vom 16. Oktober 1908.

Untersuchte Parzellen	Gesamtzahl pro g lufttrockene Erde	*Bacillus mycoides* %	*Bacillus mesentericus* %	*Bacillus megatherium* %
A (ohne N)	7 058 800	5	3	4
B (mit N)	14 523 800	6	5	5
C (ohne N)	8 070 700	2	3	1
D (mit N)	14 568 000	4	7	5

Der Versuch, die Zahl der im Gramm lufttrockenen Bodens vorkommenden Azotobacter-Zellen durch direktes Anlegen von Mannitagarplattenkulturen mittelst geeignet erscheinenden Verdünnungen zu bestimmen, führte pro Gramm lufttrockener Erde zu folgendem Ergebnis:

In Parzelle A (ohne N) 5900 entwicklungsfähige Azotobacter-Keime.
„ „ B (mit N) 1800 „ „
„ „ C (ohne N) 6200 „ „
„ „ D (mit N) 3100 „ „

Auf die bei der Besprechung der Untersuchungsmethoden beschriebene Weise wurde mittelst der elektiv wirkenden Mannitnährlösung die Zahl der Azotobacter-Keime im Boden genauer bestimmt und dabei folgende Resultate gewonnen:

Bei Parzelle C als Vertreter jener Versuchsstreifen, die nie Salpeter als Stickstoffdünger erhielten, stellte ich pro Gramm feuchte Erde mindestens 55 000 Azotobacter-Keime fest, was auf das Gramm trockenen Bodens umgerechnet eine Azotobacter-Zahl von mindestens 67 000 Individuen ausmacht.

Im Boden der Parzelle D als Vertreter der Landstreifen, die Salpeter als Stickstoffdünger empfingen, waren pro Gramm trockene Erde mindestens 8000 Azotobacter-Keime feststellbar.

Die analoge Arbeitsmethode liess mittelst des Verdünnungsverfahrens in der elektiv wirkenden Traubenzuckernährlösung die Zahl der Keime von Bacillus amylobacter feststellen, wobei folgende Ergebnisse erzielt wurden:

Bei Parzelle C (ohne N) sind im Gramm lufttrockenen Bodens mindestens 366 000 Keime von Bacillus amylobacter nachweisbar, bei der Parzelle D (mit N) in der gleichen Menge Boden aber nur 11 100.

Bemerkungen zu den bakteriologischen Untersuchungsresultaten vom 16. Oktober 1908.

Die gemachten Beobachtungen decken sich im grossen ganzen mit denjenigen der Untersuchung vom 1. Oktober und bilden eine wertvolle Bestätigung jener Prüfungsergebnisse. Ich verzichte, um Wiederholungen zu vermeiden, auf eine ausführliche Besprechung der Ergebnisse, indem ich auf das S. 411 bis 413 Gesagte verweise. Nur auf folgende speziell interessierende Versuchsresultate sei aufmerksam gemacht. Die Menge der nachweisbaren Azotobacter-Zellen beträgt in den Böden, die nie gebundenen Stickstoff als Dünger erhielten, rund das Zehnfache (bei der genaueren Bestimmung ist in der Parzelle C das 8,4fache der Azotobacter-Zellmenge des Landstreifens D eruierbar), die Zahl der Bacillus amylobacter-Zellen das 10—100fache derjenigen in mit Salpeter gedüngtem Boden (bei der genaueren Bestimmung in Parzelle C das 33fache jener Quantität, die in Parzelle D nachweisbar war). Übereinstimmend mit dem Befunde vom 1. Oktober war der Boden der mit Salpeter gedüngten, verglichen mit den salpeterfreien Parzellen, rund zehnmal so reich an nachweisbaren denitrifizierenden Spaltpilzen.

Im Frühjahr 1909 wurde eine dritte bakteriologische Untersuchung des Bodens des eigentlichen Versuchsfeldes, diesmal wieder

unter Berücksichtigung der Schutzstreifen E und G durchgeführt. Auf den zahlenmässigen Nachweis der nitrifizierenden und der denitrifizierenden Bakterien wurde aber verzichtet. Diese am 12. März 1909 erzielten Untersuchungsresultate sind in Tabelle 9 zusammengetragen. Die angegebenen Zahlen beziehen sich auf das Gramm lufttrockenen Bodens.

Tabelle 9.

Ergebnisse der bakteriologischen Bodenuntersuchung bei den verschiedenen Versuchsparzellen vom 12. März 1909.

Untersuchte Parzellen	Auf Gelatineplatten sich entwickelnde Keime	Auf Agarplatten sich entwickelnde Keime	*Azotobacter chroococcum*	*Bacillus amylobacter*
A Mit P und K, nie mit N gedüngt	8 332 800	6 428 300	14 000 – 140 000[1])	140 000–1 400 000
B Mit P, K u. N gedüngt	19 372 500	9 896 700	1 500 – 15 400	1 500 – 15 400
C Parallelversuch zu A	7 528 000	5 316 200	143 000 –1 430 000	14 300 – 143 000
D Parallelversuch zu B	16 841 300	8 219 700	1 400 – 14 500	1 400 – 14 500
E Schutzstreifen. Mit Jauche und Stallmist gedüngt	9 315 400	5 418 200	1 500 – 15 400	1 500 – 15 400
G Schutzstreifen. Wie E behandelt	7 211 900	4 922 600	1 400 – 14 000	1 400 – 14 000

In der Tabelle 10 wird eine Übersicht über die auf den Nährgelatineplattenkulturen zutage getretenen Bakterienspezies bezw. Gruppen von Spaltpilzarten geboten.

Tabelle 10.

Zusammensetzung der Nährgelatineplattenflora vom 12. März 1909.

Untersuchte Parzelle	Gesamtzahl pro g trockene Erde	Gelatine verflüssigend %	Gelatine nicht oder nur sehr langsam verflüssigend %	*Bacterium fluorescens* %	*Streptothrix chromogena* %
A (ohne N) . .	8 332 800	25	75	5	6
B (mit N) . . .	19 372 500	23	77	4	4
C (ohne N) . .	7 528 000	17	83	—	5
D (mit N) . . .	16 841 300	19	81	3	3
E (Schutzstreifen)	9 315 400	21	79	2	5
G (Schutzstreifen)	7 211 900	20	80	—	4

[1]) Zur Erklärung der angeführten Zahlen verweise ich auf die einleitenden Bemerkungen zur Tabelle 3, S. 407.

In ähnlicher Weise wie bei den Nährgelatineplatten wurden auch die auf den Nähragarplattenkulturen sich zu Kolonien entwickelnden Keime in einigen leicht erkennbaren Arten bestimmt und das Resultat in Tabelle 11 zusammengestellt.

Tabelle 11.

Zusammensetzung der Nähragarplattenflora vom 12. März 1909.

Untersuchte Parzellen	Gesamtzahl pro g trockene Erde	*Bacillus mycoides* %	*Bacillus mesentericus* %	*Bacillus megatherium* %
A (ohne N)	6 428 300	6	8	5
B (mit N)	9 896 700	4	7	6
C (ohne N)	5 316 200	3	4	8
D (mit N)	8 219 700	5	6	3
E (Schutzstreifen) . .	5 418 200	7	6	5
G (Schutzstreifen) . .	4 922 600	8	7	4

Die mittelst der Mannitagarplattenkultur eruierte Zahl von Azotobacter-Zellen betrug pro Gramm lufttrockene Erde:

In Parzelle	A (ohne N)	5 300	entwicklungsfähige Azotobacter-Keime.
„ „	B (mit N)	3 200	„ „
„ „	C (ohne N)	6 100	„ „
„ „	D (mit N)	3 100	„ „
„ „	E (Schutzstreifen)	2 900	„ „
„ „	G (Schutzstreifen)	3 300	„ „

Mittelst der Verdünnungsmethode wurde in der auslesend wirkenden Mannitnährlösung auf die früher beschriebene Weise die genauere Zahl der Azotobacter-Keime festgestellt.

Bei Parzelle A als Vertreter jener Landstreifen, die nie mit Salpeter gedüngt worden waren, liessen sich im Gramm lufttrockenen Bodens rund 132 000, in der mit Salpeter versehenen Parzelle B dagegen nur höchstens 8 500 Azotobacter-Keime nachweisen. Der Boden von Parzelle A enthielt also mindestens das 16fache der im Streifen B nachweisbaren Azotobacter-Zellen.

Mit Hülfe der Verdünnungsmethode konnte in der elektiv wirkenden Traubenzuckernährlösung auch die Zahl der Bacillus amylobacter-Keime im Gramm lufttrockenen Bodens eruiert werden. Während in der Parzelle A 972 000 Bacillus amylobacter-Zellen festgestellt werden konnten, betrug die entsprechende Zahl in der Parzelle B höchstens 6 900; in A liess sich also das rund 141fache an Bacillus amylobacter nachweisen als in Parzelle B.

Bemerkungen zu den bakteriologischen Untersuchungsresultaten vom 12. März 1909.

Die Ergebnisse der Untersuchung vom 12. März stimmen ebenfalls, wie dies von jenen vom 16. Oktober 1908 gesagt werden konnte, recht gut mit den bakteriologischen Prüfungsresultaten vom 1. Oktober 1908 überein. Auch am 12. März wurde konstatiert, dass in den nie mit gebundenem Stickstoff versehenen Parzellen die Zahl der freilebenden Stickstoff fixierenden Bakterien im Boden viel grösser ist als in den mit gebundenem Stickstoff bedachten Versuchsflächen. So übertraf in der Parzelle A, wo die Verhältnisse zahlenmässig eingehender geprüft wurden, die Menge der nachweisbaren Azotobacter-Zellen die der Versuchsfläche B um mindestens rund das 16fache, während von Bacillus amylobacter in der ersten Parzelle A sogar mindestens rund das 141fache der Zellzahl von Parzelle B festgestellt werden konnte.

Zusammenfassende Schlussfolgerungen.

Unter Hinweis auf die in den vorstehenden Abschnitten enthaltenen ausführlichen Versuchsergebnisse fasse ich die Resultate der durchgeführten Untersuchungen folgendermassen zusammen:

Anlässlich eines auf dem Strickhof bei Zürich in den Jahren 1901—1909 gemachten Düngungsversuches, bei dem die einen Bodenparzellen nur mit löslicher Phosphorsäure und löslichem Kali in Form von Superphosphat und von Kainit, die andern aber ausserdem noch mit löslichem Stickstoff in Form von Chilesalpeter versehen wurden, zeigten die nie mit gebundenem Stickstoff gedüngten Parzellen in ihrem Ertrage an Dürrfutter vom dritten Jahre an ein mehr oder weniger befriedigtes Stickstoffbedürfnis ihrer Futtergräser, während der bis anhin konstatierte grössere Ernteausfall auf einen ausgesprochenen Mangel an diesem wichtigen Pflanzennährstoff hindeutete. Der Boden des Versuchsfeldes zeigte keineswegs, wie man aus einer eingehenden makroskopischen Prüfung schliessen möchte, gleichmässige Beschaffenheit, sondern die ausgeführten Wasser- und Kalkgehaltbestimmungen lassen erkennen, dass innerhalb nahe beieinander liegender Örtlichkeiten nicht unbedeutende Unterschiede in der chemisch-physikalischen Beschaffenheit des Bodens vorhanden sind. Diese Unterschiede sind aber nicht derart, dass sie uns die Befriedigung des Stickstoffbedürfnisses der Pflanzen auf den nie mit Stickstoff gedüngten Parzellen erklären können; wohl aber sind die erhaltenen bakteriologischen Untersuchungsergebnisse imstande, das herrschende Dunkel aufzuhellen.

Die zum grossen Teil saprophytisch lebenden, auf Plattenkulturen von Nährgelatine und Nähragar zur Kolonienbildung schreitenden Bodenbakterien finden sich im Boden der mit Salpeter gedüngten Parzellen in bedeutend grösserer Menge vor als dort, wo nie Stickstoffdüngung erfolgte. Auch die mit Gras bewachsenen Schutzstreifen, welche von Zeit zu Zeit mit Kuhjauche und Stallmist gedüngt wurden, verhielten sich entsprechend wie die mit Salpeter versehenen Parzellen. Von den qualitativen bakteriologischen Untersuchungsresultaten ist hervorhebenswert, dass in den Versuchsböden diejenigen Bakterienarten, welche die Gelatine gar nicht, oder nur sehr langsam verflüssigen, viel reichlicher vertreten sind, als die Gelatine verflüssigenden Spezies. Die nie mit Stickstoff gedüngten Parzellen liessen in ihrem Boden bei der dreimaligen am 1. und 16. Oktober 1908, sowie am 12. März 1909 je in Parallelversuchen mittelst des Verdünnungsverfahrens in Mannitnährlösung ausgeführten Prüfungen das 16-, das mindestens 8-, bezw. nochmals das 16fache an Zellen von *Azotobacter chroococcum* Beij. nachweisen, als die mit Salpeter regelmässig gedüngten Parzellen. Die mit Gras bewachsenen Schutzstreifen bargen in ihrem Boden annähernd die gleiche nachweisbare Azotobacter-Menge wie die mit Salpeter gedüngten Landstreifen, was uns keineswegs verwundert, da sie von Zeit zu Zeit Jauche und Stallmist erhielten. Bei den durchgeführten Prüfungen wurde die Erfahrung gemacht, dass zum quantitativen Nachweis von Azotobacter chroococcum im Boden die Verdünnungsmethode unter Zuhülfenahme der elektiv wirkenden Mannitnährlösung sich bedeutend besser eignet, als quantitativ mit Bodenemulsion angelegte Plattenkulturen von Mannitagar. Ähnliche Erfahrungen, wie mit der Verbreitung von Azotobacter im Boden der verschieden gedüngten Parzellen, konnten auch bezüglich der Menge der Zellen von *Bacillus amylobacter* Bredemann gesammelt werden. In den nie mit Salpeter gedüngten Böden liess sich bei den drei verschiedenen Untersuchungszeiten das 93—106-, das 33- bezw. das 141-fache an Zellen von Bacillus amylobacter nachweisen mit Hülfe der Verdünnungsmethode in Traubenzuckernährlösung, als in den regelmässig mit löslichem Stickstoff bedachten Landstreifen. In den Schutzstreifen war ein mit dem Bacillus amylobacter-Gehalt der mit Salpeter gedüngten Parzellen übereinstimmender Gehalt zu konstatieren, oder es war eine zwischen der festgestellten Maximalzahl der Stickstoff freien und der Minimalzahl der Stickstoff empfangenden Parzellen liegende Menge nachweisbar. In sämtlichen geprüften Erdproben ist die Zahl der nachweisbaren nitrifizierenden Spaltpilze eine recht bescheidene. Hinsichtlich der Menge der in den verschiedenen Böden nachweisbaren

denitrifizierenden Bakterienarten wurde der auffallende Befund erhalten, dass diejenigen Parzellen, denen Salpeter als Dünger regelmässig zugeführt wurde, die rund zehnmal grössere Zahl von Denitrifizierenden nachweisen liessen, als der nicht mit Salpeterzufuhr versehene Boden. Dieses Untersuchungsergebnis lässt den Gedanken um so mehr erwägen, ob nicht ein Teil des im vorliegenden Versuch als Dünger gebotenen Salpeters zufolge von Denitrifikationsvorgängen im Boden zersetzt und dadurch für die Pflanzenernährung unzugänglich wurde, als der in seiner Struktur relativ dichte Lehmboden des Versuchsfeldes dem Luftsauerstoff nur beschränkten Zutritt bot und dadurch die salpeterzersetzende Tätigkeit gewisser Spaltpilzarten begünstigte.

Zusammenfassend ergab die bakteriologische Untersuchung der Erdproben: Die mit Kali und Phosphorsäure, nicht aber mit Stickstoff gedüngten Versuchsparzellen lassen viel mehr freilebende Stickstoff fixierende Bakterien vom aëroben Typus des *Azotobacter chroococcum* Beij. und vom mehr oder weniger anaëroben Vertreter *Bacillus amylobacter* Bredemann nachweisen, als die gleichzeitig auch mit Salpeter gedüngten Parzellen, bei denen aber die Zahl der denitrifizierenden Spaltpilze eine bedeutend grössere ist.

Diese Befunde bakteriologischer Natur lassen berechtigterweise vermuten, dass in den nie mit Stickstoff gedüngten Parzellen des Versuchsfeldes auf dem Strickhof, begünstigt durch die jährliche Zufuhr von löslicher Phosphorsäure und löslichem Kali, bei Vorhandensein von genügenden Kalkmengen und event. weiterer nicht studierter fördernder Faktoren, die freilebenden Stickstoff fixierenden Bodenbakterien eine starke Entwicklung erfuhren und vom dritten Jahre an, unter voraussichtlicher Heranziehung des im Boden schon vorhandenen Stickstoffkapitals, das Stickstoffbedürfnis der gut gedeihenden Futtergräser mehr oder weniger vollständig zu befriedigen vermochten, so dass innerhalb relativ kurzer Zeit eine bedeutende Ernteteigerung der nicht mit Stickstoff gedüngten Parzellen erzielt wurde.

Weitere Versuche auf verschiedenen Böden mit wechselnden landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, unter differierenden klimatischen Verhältnissen, können erst darüber Aufschluss geben, ob, wie im vorliegenden Falle, die freilebenden Stickstoff bindenden Bodenbakterien immer in die Lücke treten und den stickstoffbedürftigen Gräsern gebundenen Stickstoff liefern, wenn die Zufuhr von stickstoffhaltigen Düngemitteln eine Reihe von Jahren konsequent ausgeschlossen wird, oder ob das Resultat des geschilderten Strickhofversuches nur einen Ausnahmefall darstellt. Bei voller Würdigung

der Bedeutung der freilebenden Stickstoff fixierenden Bodenbakterien für die Versorgung der Nichtleguminosen unter den Kulturpflanzen mit Stickstoff ist es zur Erzielung grosser Futtererträge doch wirtschaftlich richtiger und sicherer, den Wiesen gebundenen Stickstoff, vorab in der Form von rasch wirkender Jauche und von Stallmist, zu verabreichen, als die in der Regel den Hauptbestandteil einer Wiese bildenden Gräser eine gewisse Spanne Zeit Stickstoffhunger leiden zu lassen, bis eventuell die Stickstoff fixierenden Bodenbakterien in die Lücke treten. Immerhin schienen mir die beim geschilderten Düngungsversuch erzielten bakteriologischen Untersuchungsresultate die Mitteilung vollauf zu rechtfertigen, indem sie zeigen, wie wichtig unter Umständen die Funktion dieser freilebenden Stickstoff fixierenden Bakterien auch für den modernen Landwirtschaftsbetrieb sein kann.

Geologische Nachlese. Nr. 26.

Von

ALBERT HEIM.

(Hiezu Tafel X und XI.)

(Als Manuskript eingegangen am 24. April 1917.)

Der Kontakt von Gneiss und Mesozoikum am Nordrand des Aarmassivs bei Erstfeld.

(Mit 10 Figuren.)

Von

ALBERT UND ARNOLD HEIM.

Historische Einleitung.

Schon 1842 hat Lusser (1) die schöne Kontaktstelle von Gneiss und Trias 80 m über dem Talboden am Fuss der Belmeten-Ostwand gekannt und Escher später dorthin geführt. Die Stelle wurde nach der etwas weiter nördlich in den Talboden vorspringenden Felsecke Scheidnössli genannt. Die richtigere Bezeichnung der Anwohner ist Haldenegg. Der ältere der Verfasser besuchte sie zuerst als Student unter der Führung von Arnold Escher v. d. Linth. Im „Mechanismus der Gebirgsbildung“ (2) ist die erste Abbildung enthalten. Sie zeigt die ungestörte flache Lagerung von Quarzit und Rötidolomit, die wunderbare Fältelung im Gneiss, die unregelmässigen dolomitischen Brocken im gefältelten Gneiss. Albert Heim deutete damals seine Beobachtungen dahin, dass der Gneiss durch Zusammenschub unter der steif bleibenden Sedimentdecke gefaltet worden sei (diskordierende Dislokation), und dass die dolomitischen Brocken, vielleicht aus der Verrucanogruppe, bei der tertiären Faltung tektonisch verschleppt und in den Gneiss eingeknetet worden seien. Wohl mehr als ein dutzendmal hat der ältere von uns, bald mit seinen Studenten, bald mit Vereinigungen von Fachgenossen, seither wieder die Stelle besucht.

1880 gab Baltzer (3) eine Generalansicht von der Haldenegg nördlich Erstfeld, ohne Einzelheiten. Von den gedrängten Fältelungen bemerkt er, sie „gehören vielleicht dem Helvetanschiefer an . . ., von zickzackförmigen Gneissfalten sah ich nichts“. Die beste tektonische Übersicht gibt die 1911 erschienene Arbeit von Walther Staub (14). Ausser der klaren und im ganzen richtigen Profilansicht

seiner Taf. III, gibt W. Staub auf Seite 23, Fig. 1 auch ein Detailprofil des Scheidnössli in richtigen Proportionen. Der gefältelte Gneiss mit Einschlüssen von „Rötidolomit“ wird als „Arkose“ bezeichnet und beschrieben. Die Fältelungen sind annähernd richtig, die Einschlüsse hingegen zu gross und nicht in ihren charakteristischen Umrissen gezeichnet. Nach ihrer Entstehung erscheinen „die Fältelungen der Arkose noch unaufgeklärt“. „Die Arkose ist in situ aufgearbeitetes Material.“

Im gleichen Jahre erscheint die Dissertation von B. G. Escher (13), eines anderen Schülers von Albert Heim, die sich im Anhang mit dem Scheidnössli im Detail befasst. Auch B. G. Escher bezeichnet den gefältelten Gneiss mit Dolomiteinschlüssen als Arkose, und auch für ihn ist die Fältelung derselben noch nicht aufgeklärt. Er frägt sich, ob die Dolomitbänke und Knollen als Konkretionen betrachtet werden können. Mit Staub hält er die gefältelte Masse mit Einschlüssen als „Aufbereitungszone“, aus der zum Teil „regenerierter Gneiss“ entstand. In der Erklärung der merkwürdigen Erscheinungen wird ganz auf die fünf seiner Arbeit beigegebenen Skizzen abgestellt, die in folgenden Punkten den Tatsachen nicht entsprechen:

1. Die in allen Figuren gezeichnete scharfe Abgrenzung der „gefältelten Arkose“ gegen den liegenden Gneiss, auf die sich auch W. Staub stützt, existiert nicht.

2. Eine trennende ebene Dolomitbank zwischen Arkose und Gneiss fehlt.

3. Ein zackiges Hinabgreifen von Rötidolomit in die „gefältelte Aufbereitungszone“, wie in seiner Figur 2 gezeichnet, ist nicht vorhanden.

4. Die Form der Dolomiteinschlüsse und ebenso die Fältelung ist nicht charakteristisch dargestellt.

In beiden letztgenannten Arbeiten wird die frühere Auffassung tektonischer Verknetungen von Gneiss und Dolomit verlassen, denn es fehlt jede Spur von Gneissbruchstücken. Für meine (Alb. H.) alte Auffassung von 1879 war mir mehr und mehr die enorme Differenz zwischen der Fältelung und Steilstellung im Gneiss einerseits und der ebenen Auflagerung des Rötidolomites andererseits als ein Widerspruch erschienen.

Über die Entstehung des Erstfelder Gneisses weichen die Ansichten stark voneinander ab. W. Staub betrachtet ihn als einen Injektionsgneiss mit sedimentärem Substrat, Sauer (8, 9), Königsberger (11, 12, 19) und Lotze (20) als einen Orthogneiss, der als solcher erstarrt ist. Mit diesem letzteren Resultate stimmen auch

N. S.

Fig. 1.

Ansicht der Ostseite des Reusstales nördlich von Erstfeld Haldenegg-Scheidnössli.

Gesehen vom Sackberg bei ca. 700 m ü. M.

Q = Quellen der Stillen Reuss. S = Scheidnössli i. e. S. Abhang der Haldenegg. Platteli * Pkt. 561 m. Erstfeld.
W = Wimsleren. x = Felsegg. ↖Z = Zugangsstelle zum best aufgeschlossenen Kontakt.

M. G.

Malm.	Blegi-Eisenoolith Callovien	Parkinsoni-Schiefer Bathonien	Echinodermenkalk Bajocien	Opalinus-Schiefer Aalenien	Röthidolomit	Erstfelder-Gneiss

Taf. X.

unsere Beobachtungen von 1916 und 1917 überein. Betrachtet man den Erstfelder Gneiss als Erstarrungsgneiss und die „gefältelte Arkose“ als in situ verwitterten Erstfelder Gneiss, so liegt der Gedanke auf der Hand, jene bisher unverstandenen Einschlüsse in der „gefältelten Arkose“ am sog. Scheidnössli als Einschlüsse im Gneissmagma zu erklären (21). Die vorliegende Arbeit hat den Zweck, in möglichst objektiver Weise unsere neuen Beobachtungen zur weiteren Kritik und Nachprüfung vorzulegen.

Der Erstfelder Gneiss und dessen Fältelung.

Der Erstfelder Gneiss ist schon wiederholt untersucht worden, zuletzt und wohl am gründlichsten 1914 durch Lotze (20). Unsere Arbeiten im Felde und am Mikroskop bestätigen seine Ausführungen, auf die wir verweisen.

Der Erstfelder Gneiss ist ein Ortho-Biotitgneiss. Charakteristisch ist seine Lagentextur, der Wechsel von weissen Lagen aus Quarz und Feldspat mit dünnen Lagen von braunschwarzem, stark perlmutterglänzendem Biotit, durch welche die Fältelungen abgezeichnet sind. Hauptgemengteile: Quarz, Orthoklas, Oligoklasalbit mit Zwillingsstreifung nach dem Albitgesetz, Biotit. Nebengemengteile: Apatit, Zirkon, Magnetit, Hämatit. Die Struktur ist nicht kristalloblastisch, sondern die eines Erstarrungsgesteines. Die Ausscheidungsfolge ist diejenige eines Granites: Apatit, Biotit, Feldspat, Quarz. Meist fehlen die Erscheinungen mechanischer Umformung des verfestigten Gesteins. Auch eng gefältelter Erstfelder Gneiss vom Scheidnössli und gegenüber zeigt makroskopisch wie mikroskopisch Granitstruktur: nahtartige Verwachsungen ohne nennenswerte Kataklase oder zerrissene Biotitblättchen, oft keine Sericitisierung. Häufig sind tropfenförmige Einschlüsse im Quarz, seltener Quarz „vermiculé“. Der Biotit ist teilweise in Chlorit verwandelt, Chlorit und Biotit dabei aber scharf voneinander getrennt.

Östlich Erstfeld, oberhalb der Bahnbeamtenhäuser, hat W. Staub einen Granitstock kartiert. Dieser ist aber (wie der Gastern-Granit) mit dem Gneiss durch Übergänge verbunden und lässt sich davon nicht abtrennen. Er ist vorwiegend noch plattig und nur in einzelnen Felsteilen als massiger Granit entwickelt. Er ist meist etwas heller als der Gneiss, grünlich, rosa bis weisslich, mit stellenweise gefältelten Aplitbändern, etwas saurer als der typische Erstfelder Gneiss. Unter dem Mikroskop erkennt man stellenweise kataklastische und undulös auslöschende Quarzkörner oder verbogene Plagioklaslamellen. Neben den Mineralien des Erstfelder Gneisses

tritt ziemlich reichlich Prehnit auf und zwar zwischen Biotit-Chloritlamellen.[1]) Die Feldspäte sind von Quarz durchspickt oder „vermiculé“ (Mikropegmatit). Apatit ist ziemlich reichlich vertreten.

Die chemische Zusammensetzung des Erstfelder Gneisses entspricht ebenso derjenigen eines Granites. Herr Prof. Grubenmann hatte die Freundlichkeit, uns das Handstück vorzuweisen, nach dem die bei Staub und Lotze angeführte Analyse von Laura Hezner hergestellt wurde: es ist typischer Erstfelder Gneiss, und die Analyse selbst ist einwandfrei.

Eine der schönsten Stellen von Gneissfältelung bietet die Haldenegg, 350 m nördl. Punkt 466 der Karte 1 : 50 000. Etwa 20 m südlich vom Felsegg (Fig. 1) steht man dicht vor einer ganzen Schar der schönsten Fältelungen im verwitterten Gneiss mit Dolomiteinschlüssen. Leider ist es unmöglich, diese photographisch festzuhalten, weil 1½ m zurück schon die Felsen abstürzen. Man kann nur im Detail beobachten und mittelbar zu einem Übersichtsbild wie etwa Fig. 2, 5, 6 und 7 gelangen. Die Fältchen sind hier von Scheitel zu Scheitel gemessen 15 bis 35 cm hoch und 10 bis 20 cm breit. Die Streifen sind an den Umbiegungsstellen 2—3 mal, gelegentlich bis 6 mal dicker als an den Faltenschenkeln. Die Fältchen sind vorwiegend etwas nach Nordwest übergelegt; ihre Axialebenen entsprechen der allgemeinen Stellung der aarmassivischen Schieferung. Zum Unterschied von Falten mit reduzierten oder zerrissenen Mittelschenkeln sind die überliegenden Schenkel der Gneissfältchen nicht stärker reduziert als die normal liegenden Schenkel. Die Verdickung der Umbiegungsstellen ergibt sich rein geometrisch aus der Ähnlichkeit der Fältelungen untereinander, und diese Ähnlichkeit muss auf einheitlicher Ursache beruhen, die das ganze Erstfelder Gneissgebiet betrifft — Stauung von SE nach NW und Ausweichen nach oben.

Aus vielen Messungen geht hervor, dass die Streichrichtung der Fältchen am Scheidnössli vom ENE-Streichen der grossen Sedimentfalten, d. h. vom normalen Alpenstreichen nördlich abweicht. Diese Abweichung beträgt durchschnittlich 30°—60°. Am Scheidnössli wurden Streichrichtungen der Fältchen und Schenkel von N 30° E bis N 15° E gemessen, 250 m weiter südlich am Kontakt ebenso N 15° E, während die aufliegende Trias am Scheidnössli NW und die grosse Windgällenfalte darüber E 8° N streicht.

---

[1]) Unserem Freunde Prof. Dr. E. Hugi in Bern verdanken wir die Durchsicht unserer Schliffe und wertvolle Bemerkungen darüber.

Die herrliche Fältelung ist aber nicht nur auf die bekannte Kontaktstelle beschränkt, sondern eine allgemeine Erscheinung des Gneisses der Gegend. Freilich ist sie nicht gleichmässig durch die ganze Masse des Erstfelder Gneisses ausgebildet. Oft kann man nur Paralleltextur mit steilem SE-Fallen erkennen. Bei näherer Prüfung erweisen sich aber die verwitterten Felsen oft auch dort gefältelt, wo bei flüchtiger Beobachtung nur isoklinale Schieferung zu erkennen war. Sehr schöne Fältelungen haben wir besonders an folgenden Stellen neu beobachtet:

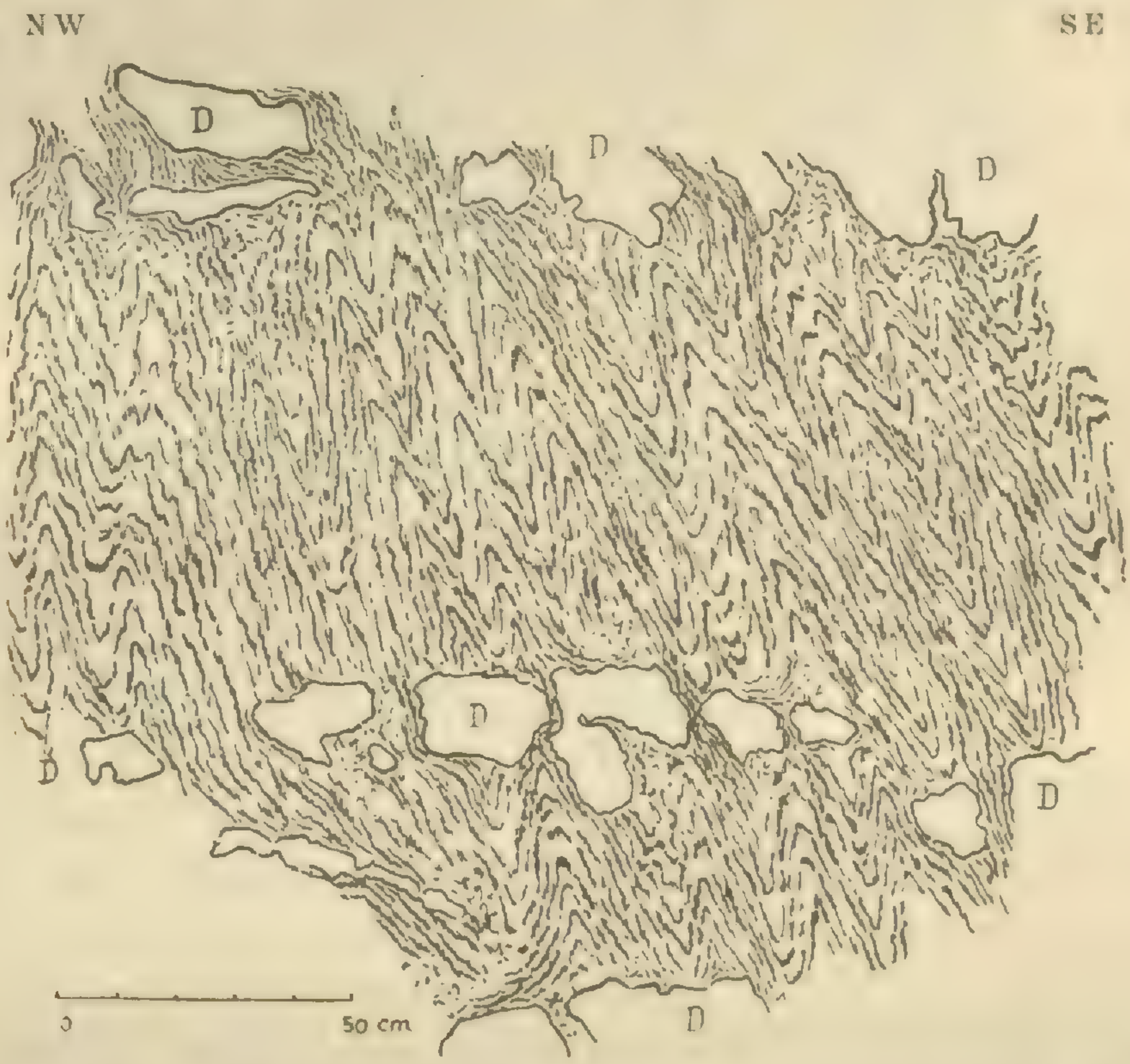


Fig. 2. Fältelung des Erstfeldergneisses mit Dolomiteinschlüssen, Haldenegg.

Am Scheidnössli, 10—20 m unter dem Felsegg im frischen, grobkörnigen Gneiss ohne Einschlüsse, ferner wieder 40 m unter dem Kontakt in aufrechten Zickzackfältchen von 2—15 cm langen Schenkeln. Prächtige intensive Fältelungen sind am Fuss der Gneissfelsen bei Punkt 466 und am Fuss des Felshöckers 561 m im frischen Erstfelder Gneiss schon aus einiger Entfernung zu sehen. Die gleichen Fältelungen trifft man aber auch noch 1 km südlich über der Haldenegg, oberhalb Erstfeld, das heisst in der Erstfelder Gneissmasse, deren nördliche Fortsetzung über den Dogger am Scheidnössli überschoben ist. (Fig. 1 und 10.) Auch auf der Westseite des Reusstales ist die Fältelung im schönsten, frischesten Gneiss vom Erstfeldertal bis zum Bockitobel ausgebildet.

Intensität, Form und Grösse der Fältelungen sind veränderlich, bleiben aber, soweit wir beobachtet haben, stets unter 1 m Schenkellänge. Hie und da sind die Fältchen weniger scharf gebogen und breiter im Verhältnis zur Höhe oder werden unbestimmt wellenförmig bis zur leichten Kräuselung, die zu ebenflächiger Paralleltextur überleiten kann. Oft sind die Fältchen dicht gedrängt, oft vereinzelt im ebenschieferigen Gefüge. (Vergl. Fig. 3a und 3b.) Die allgemeine Verbreitung der Fältelungen, ihr Vorhandensein in dem autochthonen Gneissblock unter dem Scheidnössli-Kontakt bis zur Talsohle, wie auch hoch darüber in der überschobenen Gneissmasse, ihre Unabhängigkeit von den Sedimentfalten und übrigen alpinen Dislokationslinien, bestätigt, dass die Fältelungen nicht durch die tertiäre Gebirgsstauung entstanden sein können.

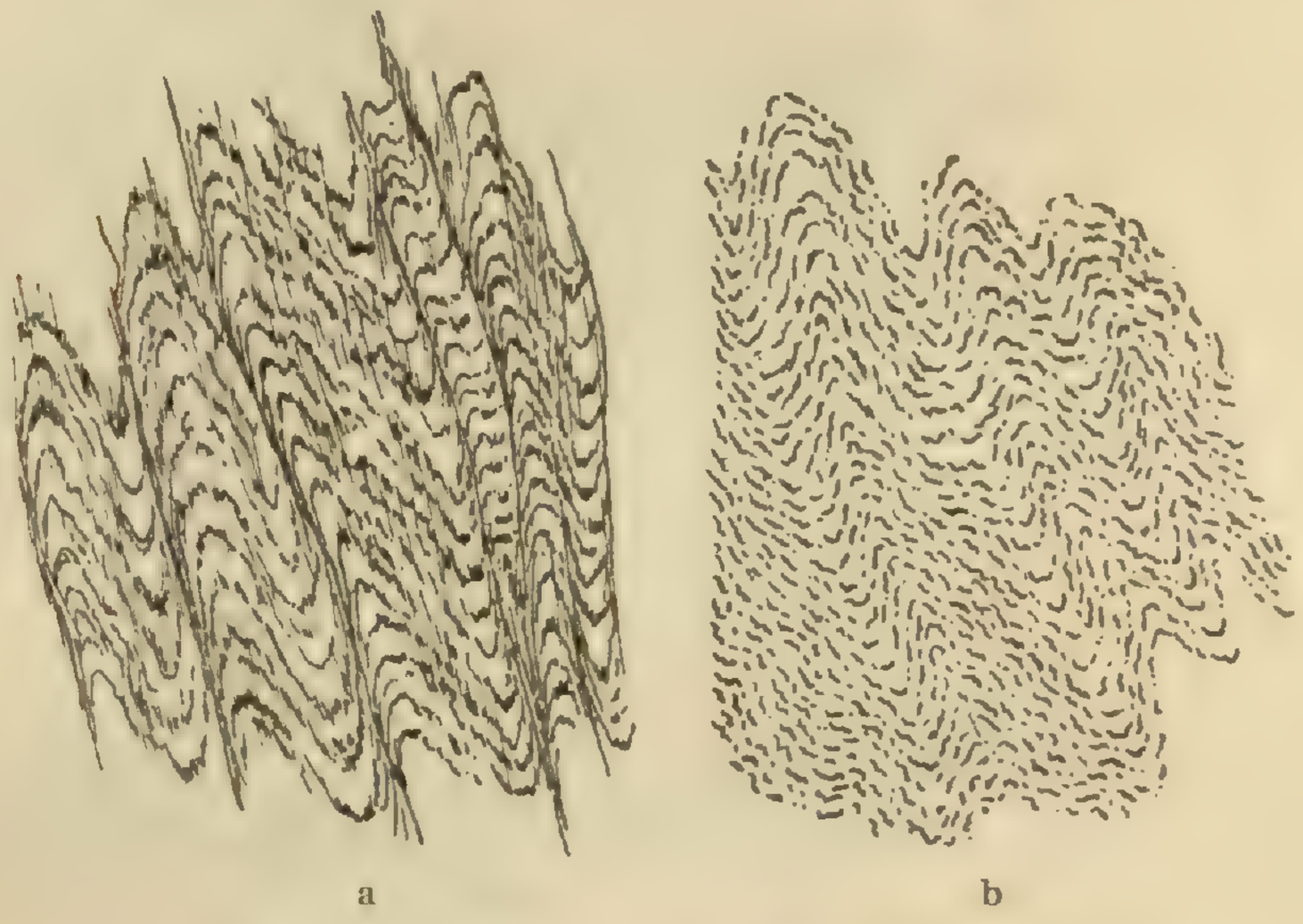
Fig. 3a. **Fluidalfältchen im Erstfeldergneiss** bei Niederhofen, Westseite der Reuss. 3/4 der natürlichen Grösse.
Direkte Pause einer Querbruchfläche. Die schwarzen Linien sind Biotitblättchen, die zwischenliegenden weissen Streifen körniges Gemenge von Feldspath und Quarz ohne Kataklase.

Aus einiger Entfernung erkennt man im Erstfelder Gneiss und Granit eine deutliche, steil SSE fallende Klüftung und Plattung. Diese fällt nicht streng mit der Gneisstextur zusammen. Die Gneisschieferung wird im Streichen wie im Fallen vielfach schief durchschnitten. Dabei zeigen die Fältelungen und Schieferungsrichtungen keine Beziehung zur Kluftfläche. Stellenweise, wie an der Haldenegg, sind auch die Klüfte schwach ausgebildet und die alpine Zentralmassiv-Schieferung von weitem nicht deutlich.

Ein Vergleich mit Gneissen, die sicher erst nach ihrer Verfestigung zerknittert und gefältelt wurden, wie z. B. die Gneisse am Frunthorn bei Vals, in der Schlucht oberhalb Faido [1]), und andere aus den penninischen Decken, ergibt einen grossen Kontrast gegenüber dem Erstfelder Gneiss. Der Charakter der Fältelungen ist von blossem Auge (Fig. 3 und 4) und noch mehr unter dem Mikroskop völlig verschieden. Der gefältelte Tessiner Gneiss und

[1]) Vergl. Albert Heim, Gneissfältelung im alpinen Zentralmassiv, ein Beitrag zur Kenntnis der Stauungsmetamorphose, mit 2 Tafeln. Geologische Nachlese Nr. 12. Vierteljahrsschr. d. Nat. Ges. Zürich, 1900.

Adula Gneiss z. B. ist voller Kataklase, zerfetzter Glimmerblättchen, zertrümmerter Quarzkörner und Feldspäte, zerdrückter und in Gleitflächen übergehender Mittelschenkel der Fältchen, die sich bis zu förmlicher Transversalschieferung summieren. Der Erstfelder Gneiss zeigt gerade die entgegengesetzten Erscheinungen: granitische Struktur, wenig Kataklase, keine Zerreissungen, keine Verquetschung der Mittelschenkel, noch Rutschflächen, die aus zerrissenen Mittel-



a b

Fig. 4. **Fältelung an Orthogneissen.**

Weiss = Quarz und Feldspath.

a. Dislokationsfältelung nach einem Stück von Dazio Grande Tessin.

Schwarze Linien = Biotit, Chlorit und Sericit.

b. Erstarrungsfältelung an Erstfeldergneiss.

Schwarze Linien = Biolit.

schenkeln hervorgegangen wären. Einzelne Rutschflächen zerschneiden das gefältelte Gefüge ohne jede tektonische Beziehung zu demselben. Die Fältelung des Erstfelder Gneisses ist keine am festen Material vollzogene Dislokationsfältelung, sondern eine Fluidalfältelung ganz aus einem Guss erstarrt.

Die vortriadische Gneissverwitterung.

Das gefältelte Gestein am Triaskontakt des Scheidnössli, das W. Staub und B. G. Escher als „Arkose“ bezeichnen, ist anstehender verwitterter Erstfelder Gneiss mit allen seinen charakteristischen Eigenschaften von Zusammensetzung, Struktur, Textur, Farbe, Fältelung und Lage derselben. Die Gemengteile sind weder aufgearbeitet („Aufbereitungszone“) noch zu Gneiss „regeneriert“, nur an Ort und Stelle verwittert. Dass

keine scharfe Grenze gegen den liegenden frischeren Gneiss existiert, kann beim Herumklettern sowohl auf der Südseite wie auf der Nordseite des Felskopfes der Haldenegg und nördlich Punkt 561 unzweideutig beobachtet werden. Der Erstfelder Gneiss geht unzertrennlich in das Gestein mit Einschlüssen über. Auch das Bild des Dünnschliffes entspricht verwittertem Erstfelder Gneiss.

Sehr bezeichnend ist die Tatsache, dass die Verwitterung des Gneisses nicht von der jetzigen äusseren Oberfläche ausgeht. Vielmehr geht die Verwitterung von der alten Oberfläche des Gneisses, das ist jetzt die Kontaktfläche des Gneisses unter der Trias, aus und greift von da 3 bis höchstens 4 m hinab. Etwa 6 m unter der Kontaktstelle ist der Gneiss wieder fest und frisch. Wo der Gneiss am stärksten verwittert ist, lässt er sich mit dem Messer wegkratzen. Die Feldspäte sind zerreiblich kaolinisiert, die Biotite aber noch relativ gut erhalten und meistens nicht ausgebleicht. An anderen Stellen, wie etwa 250 m S vom Scheidnössli, ist auch der Gneiss mit Einschlüssen noch relativ frisch.

Die verwitterte Gneissoberfläche reicht weit über das Gebiet mit Dolomit-Einschlüssen hinaus. Sie folgt dem Kontakt von Erstfelder Gneiss und Mesozoikum bis zur kleinen Windgälle hinauf, wie in der Karte und Profiltafel von W. Staub durch rote Punkte („Arkose“) angegeben ist. Auf der Westseite des Reusstales hat Van der Ploeg (16) die alte Gneissverwitterung von 1—2 m vom Bockitobel bis zu den Südwänden von Geissberg-Schlossberg verfolgt und richtig gedeutet.

Offenbar handelt es sich hier um eine alte, **vortriadische**, vermutlich permische bis untertriadische Verwitterung der damaligen Gneissoberfläche.

Die Einschlüsse im Gneiss.

A. Die Dolomit-Einschlüsse.

Der Augenschein wie die Salzsäurereaktion ergibt, dass die meisten Einschlüsse im gefältelten verwitterten Gneiss dolomitischer Natur sind. Allein sie ähneln nicht im geringsten dem Rötidolomit, dem sie z. T. zugeteilt worden sind. Es fehlt ihnen das ganz dichte feste Gefüge, der glatte Bruch, die inwendig dunkelaschgraue Farbe, die gelbstaubige Anwitterung. Diesen Einschlüssen ähnliche Dolomite kommen im Sedimentmantel des Aarmassives nicht mehr vor. Sie müssen wohl von älteren paläozoischen Schichten abstammen.

Die Dolomit-Einschlüsse sind zahlreich an der Haldenegg und südlich davon auf etwa 150 m Erstreckung. Die tiefsten liegen

etwa 3½ m unter der marinen Trias. Sie haben einen Durchmesser von 1—50 cm, selten mehr. Die grössten und zusammenhängendsten sind diejenigen etwa 20—30 m südlich vom Felsegg (rechts in

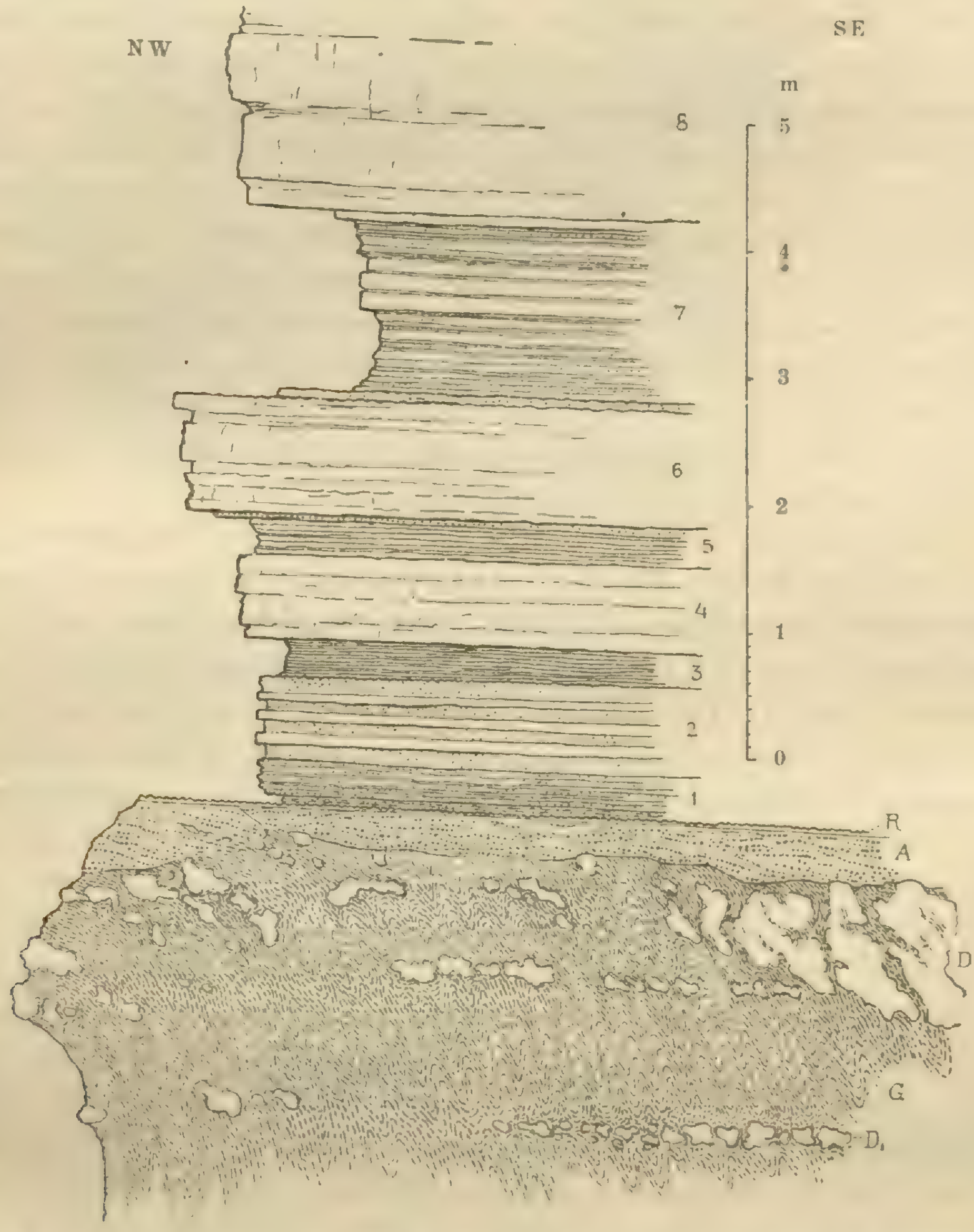


Fig. 5. Der Kontakt von Gneiss und Trias an der Haldenegg bei Erstfeld, Südseite des Felsegg (etwas schematisiert).

G = Erstfelder Gneiss, gefältelt, mehr oder weniger verwittert.
D = Dolomiteinschlüsse.
A = Arkosesandstein.
R = Basisbank mit Rippelmarken || 1—8 = mittlere Trias, siehe Text.

Fig. 5). Die vorragende Dolomitmasse erreicht dort, unmittelbar unter der Arkose, an einer Stelle eine Dicke von etwa ½—2 m und erstreckt sich auf eine Länge von etwa 8 m. Allein bei näherer Prüfung zeigt sich, dass die Dolomitmasse nicht einheitlich kompakt,

sondern von zahlreichen schieferigen Schlieren und Nestern von verwittertem Gneiss durchdrungen ist. Die Schieferungsrichtung der Gneissflasern zwischen dem Dolomit stimmt mit derjenigen des liegenden Gneisses überein, und ihre Beschaffenheit ist ebenso nicht wesentlich verändert; es ist verwitterter Erstfelder Gneiss. Etwa 1 m unter der grossen Dolomitmasse, durch Gneiss mit schönster Fältelung getrennt, folgt eine zweite, knollig vorragende Dolomitbank von 1—2 dm Dicke (D_1 in Fig. 5). Auch diese ist nicht zusammenhängend, sondern vielfach von Gneissflasern unterbrochen. Im Anschnitt ähnelt die ganze Bank einer Wirbelsäule. Allein die einzelnen Stücke passen nicht geschlossen aufeinander. Bei allen diesen Einschlüssen zeigt sich, dass der umschliessende Gneiss aus einem Guss besteht. Es fehlt jede Spur eines Gneissbruchstückes; die Gneissflasern zwischen den Dolomitbrocken setzen sich in voller Kontinuität in die umgebende Gneissmasse fort.

Ausser in der Form von mehr oder weniger in Brocken aufgelösten Bänken finden wir die Dolomiteinschlüsse aber auch ganz unregelmässig im Gneiss zerstreut. Am schönsten zeigen sich die Einschlüsse dieser Art nördlich vom Felsegg, an der in Figur 6 gezeichneten Stelle. Die Umrisse der Dolomiteinschlüsse sind unregelmässig, teils knollenförmig, teils von der Gestalt unregelmässiger Bruchstücke oder buchtig umrandet, selten kantig und eckig, aber scharf gegen den Gneiss begrenzt, teils aber auch in demselben ohne deutliche Grenze verschwommen. An einer einzigen Stelle sahen wir aderförmige Ausläufer der Dolomitknollen (Fig. 7). Stellenweise schmiegt sich die Gneissflaserung den Einschlüssen an, als wären diese korrodiert und umflossen. Stellenweise ist die Grenze selbst unter dem Mikroskop noch völlig scharf. Am Kontakt ist jedoch weder der Gneiss noch der Dolomit nach Korngrösse oder Mineralbestand wesentlich verändert.

Die Dolomiteinschlüsse sind stellenweise hart und zäh und ragen aus dem verwitterten Gneiss hervor. Sie sind gelblich, an der Oberfläche schwarz und gelbfleckig. Die oberen Dolomiteinschlüsse sind mikrokristallin. Charakteristisch sind grünlichweisse Flecken von 1—5 mm, die an der Oberfläche rauh vorragen und sich unter dem Mikroskop als verwitterte Quarz-Feldspat-Aggregate erweisen.

Am stärksten von Gneissmaterial durchsetzt sind die tieferen Dolomiteinschlüsse, bei D_1 in Figur 5. Die grünlichen Sprenkel sind hier dicht gedrängt, und dazu ist noch reichlich Biotit im Dolomit enthalten, so dass das Gestein porphyrartig aussieht. Als drusen-

artige Ausfüllung kommt stellenweise auch reinweisser kristalliner Dolomit im Innern der gelben Dolomitknollen vor.

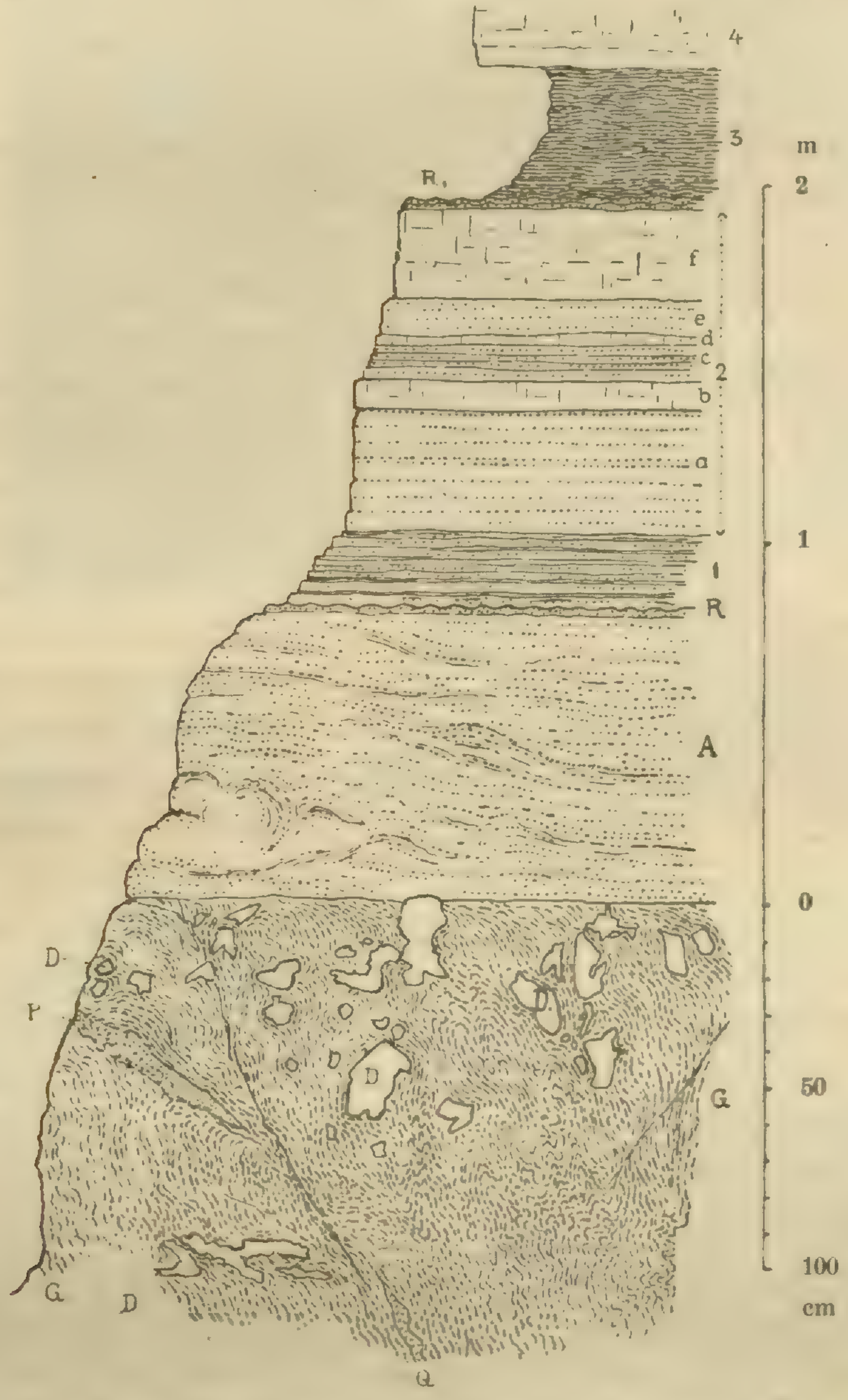


Fig. 6. Der Kontakt von Gneiss und Trias 10 m nördlich vom Felsegg an der Haldenegg bei Erstfeld.

G = verwitterter Erstfeldergneiss.
D = Dolomiteinschlüsse.
P = rotes Quarzporphyr — ähnliches Gestein (verwitterter Gang?).
Q = Quarzlinse.
A = Arkosesandstein.
1–4 = Trias (vergl. Text), R R, Schichtfugen mit Rippelmarken.

An allen Einschlüssen fehlen nennenswerte Quetschungserscheinungen. Die Schieferung des Gneisses geht nicht in die Einschlüsse über, und die massigen Einschlüsse sind

nirgends durch Rutschflächen gegen den umhüllenden Gneiss abgegrenzt.

Die mikroskopische Prüfung von acht Dünnschliffen hat folgendes ergeben:

Grundmasse: Mikrokristalliner massiger Dolomit; die einzelnen isometrischen Kristallkörner mosaikartig gelagert, vorwiegend xenomorph, stellenweise aber auch in unvollkommenen Rhomboëdern; im durchfallenden Licht bräunlich, einzelne Körner und Aggregate auch fast glasklar. Die meisten Kristallindividuen sind wohl Dolomit; daneben kommen aber auch Calcite mit Zwillingsstreifen vor. Die Korngrösse ist in den oberen Einschlüssen vorwiegend um 0,05 mm, in den tieferen wechselnd, nesterweise bis 0,4 mm.

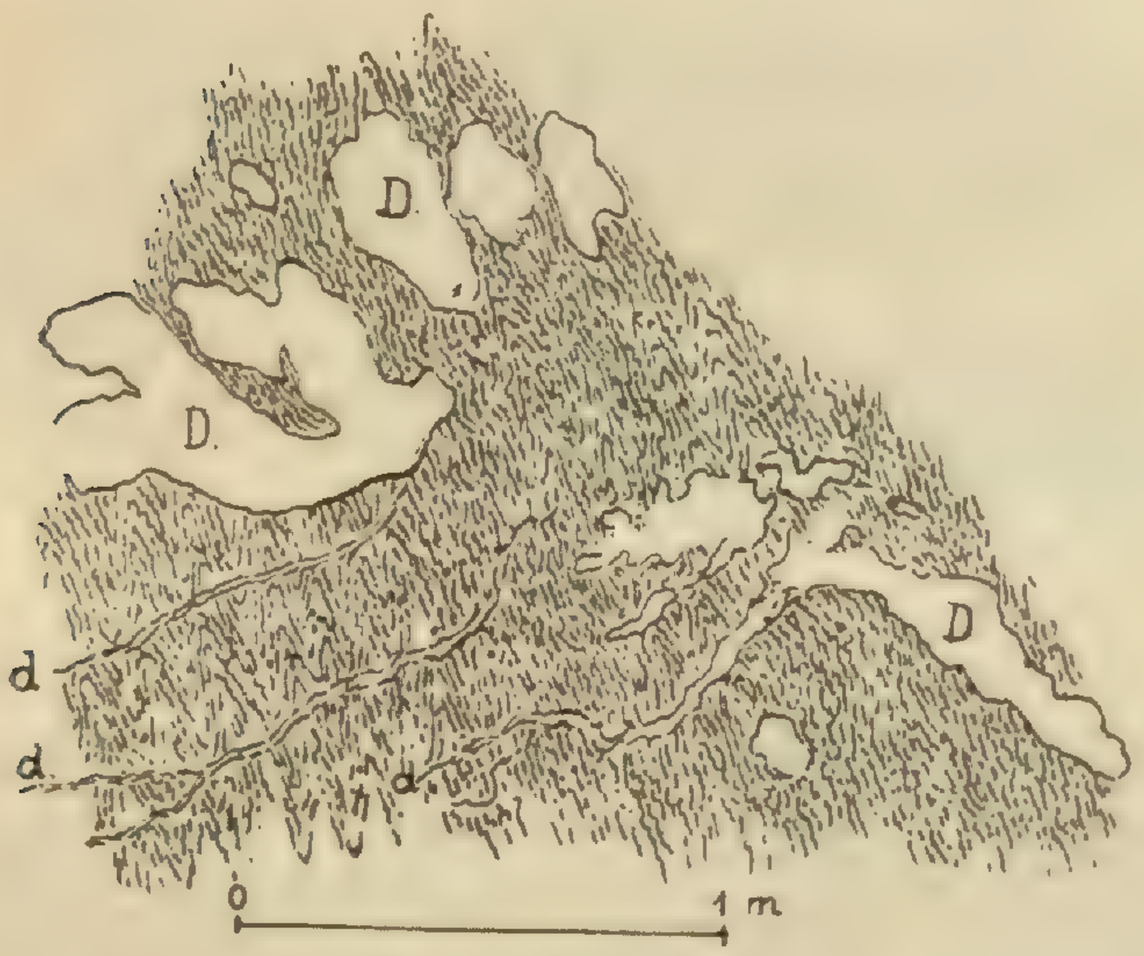


Fig. 7. Gneiss mit Dolomitknollen = D und Dolomitadern = d.
Haldenegg, ca. 30 m S. Felsegg.

Einsprenglinge: Quarz tritt in unregelmässig berandeten Körnern bis 1 mm und in verzahnten Aggregaten auf, genau wie im Gneiss selbst, d. h. in der Erstarrungsform des Quarzes. Auch die tröpfchenförmigen Einschlüsse oder Glimmerblättchen trifft man wieder im Quarz der Dolomiteinschlüsse. Nur in einem Falle wurde ein doppelspitziges Quarzkriställchen im Dolomit beobachtet. Die Feldspäte sind zersetzt, die Umrisse hie und da noch angedeutet, selten noch Spuren von Zwillingsstreifung zu erkennen. Sie treten in Aggregaten mit Quarz und Glimmer oder einzeln in der Dolomitgrundmasse auf. Biotit ist in den tieferen Einschlüssen reichlich enthalten, tiefbraun bis schmutziggrün (teilweise chloritisiert) oder gelblich, aber in anderer Art als im Gneiss verteilt. Charakteristisch ist die garbenförmig bis strauchförmig oder netzartig verzweigte, an ein Kapillarsystem erinnernde Lagerung in der dolomitischen Grundmasse (Fig. 8). Stellenweise sind die einzelnen Karbonatkörnchen von feinsten Biotithäutchen umgeben wie bei einer in ein Zellengewebe injizierten Substanz. Dabei sind die mikroskopisch feinen Biotithäutchen so orientiert, wie wenn sie mechanisch um die Kanten der Karbonatkörnchen herum gebogen wären. Um eine Wirkung der Dislokation kann es sich aber hierbei nicht han-

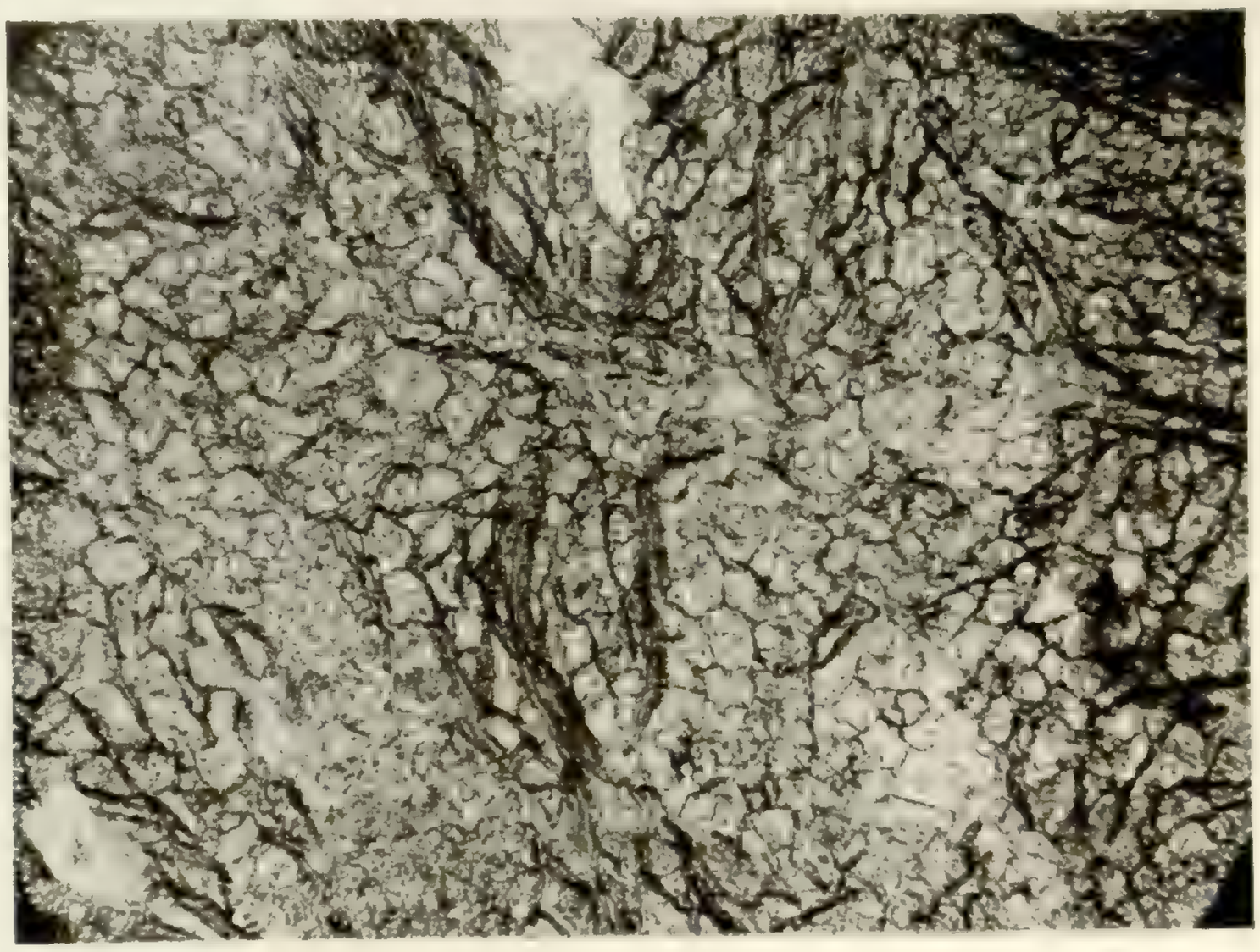


Fig. 8. **Biotitnetz im Dolomit,**
Einschluss im Gneiss der Haldenegg. Vergrösserung 80fach.

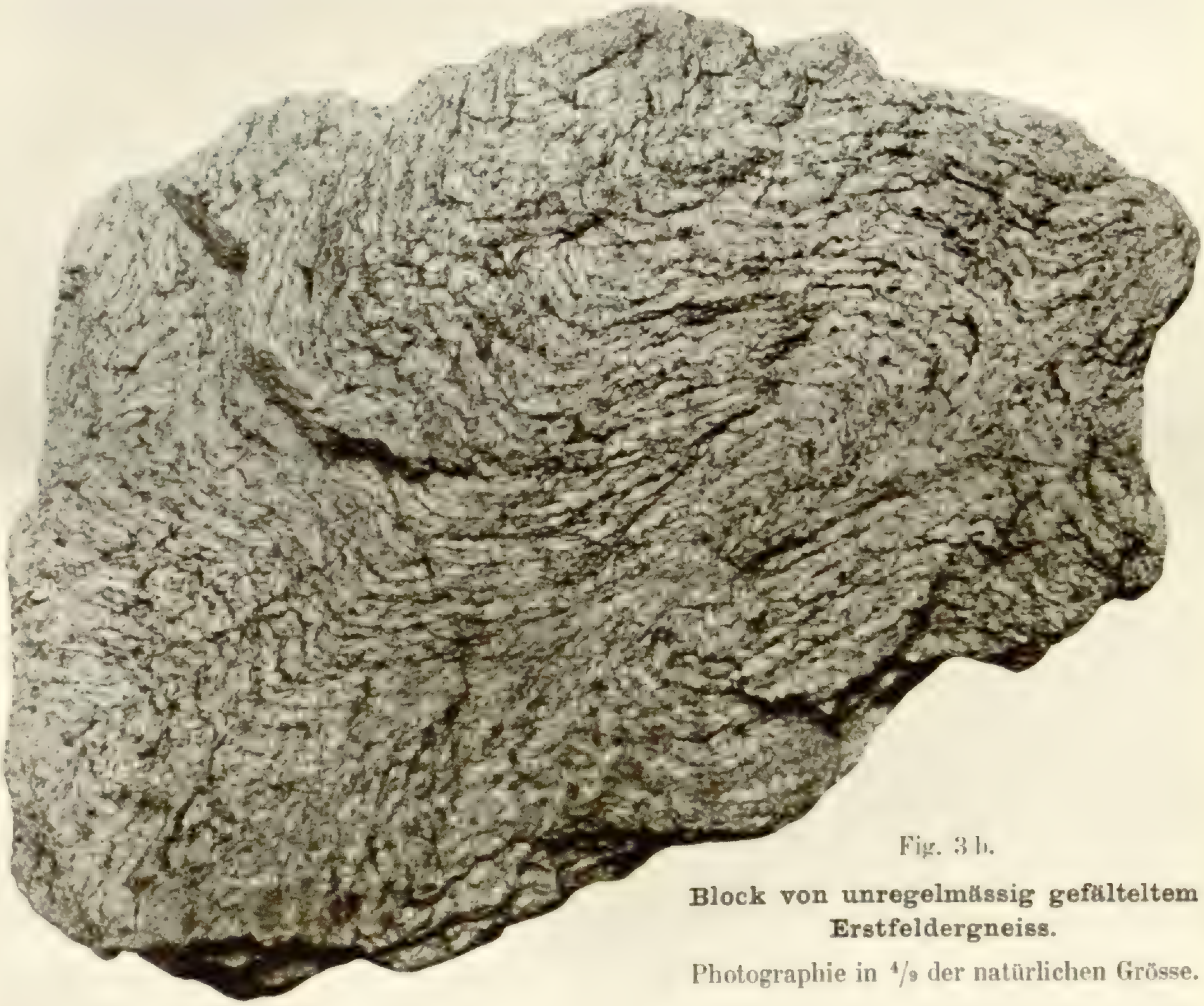


Fig. 3 b.

Block von unregelmässig gefälteltem Erstfeldergneiss.

Photographie in $^4/_9$ der natürlichen Grösse.

deln, denn die Orientierung ist verworren, und es fehlen Gleitflächen oder nennenswerte mechanische Zerreissungen. Daneben kommen auch noch normale Biotitblättchen wie im umgebenden Gneiss vor. Muskovit ist ebenso spärlich wie im Gneiss und wahrscheinlich sekundär. Apatit findet man im Karbonat in rundlichen Körnchen von 0,05 bis 0,25 mm eingebettet, ebenso opake und rubinrote Eisenerzkörnchen (Magnetit — Hämatit) und Zirkon.

Die mikroskopische Prüfung hat somit zu dem Resultat geführt, dass die Einsprenglinge in den Dolomiteinschlüssen nach Art und Form den Gneissmineralien entsprechen mit Ausnahme des Biotites, der das Karbonat verworren netzartig durchwebt. Spezifische Kontaktmineralien sind nicht gefunden worden.

B. Die Kalkeinschlüsse.

In der Bachfurche nördlich Punkt 561, an der oberen Kante der Gneissfelswand, sind die Einschlüsse nicht Dolomit, sondern Kalkstein; sie brausen lebhaft mit Salzsäure. Sie sind meist faust- bis kopfgross und stellenweise scharf vom Gneiss getrennt, aus dem sie sich herauslösen lassen. Wir können folgende Gesteine unterscheiden:

1. Dichter, massiger Kalk, der unregelmässig von Gneissflasern durchsetzt ist, verschieden von den mit Gneissmineralien gesprenkelten Dolomiteinschlüssen der Haldenegg. Pyrit ist in grösseren Körnern eingestreut. Dazu kommen noch lichtgrüne Körnchen der Chloritgruppe, die optisch von marinem Glauconit kaum unterscheidbar sind.

2. Feinkörniger, grauer, massiger Kieselkalk, der neben den gewöhnlichen Gneissmineralien auch etwas Titanit und Rutil enthält.

3. Ein faustgrosser Einschluss von Kalkglimmergestein ist zum Unterschied aller übrigen schieferig struiert. Der Glimmer ist grünlichweiss, gebleicht.

Bemerkenswert ist, dass am Bach nördlich Punkt 561 die gelben Dolomiteinschlüsse, an der Haldenegg hingegen die Kalkeinschlüsse zu fehlen scheinen, obwohl an beiden Stellen der verwitterte Gneiss von der gleichen Trias bedeckt wird.

Die netz- oder strauchförmige Zerteilung des Biotites kommt auch in diesen Kalkeinschlüssen vor und entspricht der schönen Abbildung von „aufgeblättertem Biotit“ aus der Kontaktsandsteinzone des Kanderfirns in Truninger.[1]) Ausser Dolomiten und Kalksteinen

[1]) E. Truninger. Geologisch-petrographische Studien am Gasterenmassiv. Diss., Bern 1911, Taf. II, Fig. 6.

kommen im gefältelten Gneiss sowohl nahe unter dem Triaskontakt als auch tiefer unten noch einzelne verschieden geformte Quarzeinschlüsse vor.

Der Arkosesandstein.

Über dem verwitterten Gneiss mit Fältelungen und Einschlüssen liegt am Scheidnössli ein typischer grauer, grobkörniger Arkosesandstein. Während W. Staub als erste horizontale Schicht eine feinbankige Dolomitschicht erwähnt, den echten Arkosesandstein also übersehen zu haben scheint, gibt B. G. Escher in der ersten seiner fünf Figuren unserem Arkosesandstein die Bezeichnung „Arkose ohne Biotit", gefältelte „Arkose mit Biotit" dem verwitterten Gneiss.

Der eigentliche Arkosesandstein ist die erste und älteste horizontale, nicht gefältelte, schichtförmige Ablagerung über dem Gneiss, und ihre Auflagerungsfläche ist die Grenze von Gneiss und Sedimentgebirge.

Meist ist diese Grenze völlig scharf ausgeprägt, stellenweise aber verwischt, indem der verwitterte Gneiss nur wenig aufgearbeitet erscheint. Die Schieferung des Gneisses mit seinen Fältelungen stösst diskordant an der Arkose ab. An einer Stelle ist zu sehen, wie teilweise erodierte Dolomiteinschlüsse aus der Gneissoberfläche ein wenig gegen die Arkosebank vorragen (Fig. 5 u. 6). Dies ist die gleiche Erscheinung an der alttriasischen oder vortriasischen Oberfläche, wie wir sie von der rezenten Felswand kennen: die Dolomiteinschlüsse haben der Verwitterung besser standgehalten als der Gneiss. Im grossen ganzen ist die Grenze von Gneiss und Arkosesandstein uneben, die Unebenheiten halten sich in recht bescheidenen Grenzen.

Die obere Grenze des Arkosesandsteines hingegen ist völlig eben und wird am Felsvorsprung Haldenegg von einer 1—3 cm dicken Schicht von inwendig weisslichgrauem, aussen schwärzlichem Quarzsandstein gebildet, der mit der Arkose stellenweise fest verwachsen ist und deren obersten Abschluss darstellt. (Vergl. Rippelmarkschicht, folgender Abschnitt.)

Arkose auf Gneiss und Trias auf Arkose sind miteinander noch heute so verbunden, wie sie aufeinander abgelagert worden sind. Weder an der Oberfläche der Arkosebank noch an der Gneissgrenze sind Spuren mechanischer Bewegungen zu sehen.

Die Mächtigkeit des Arkosesandsteins wechselt zwischen 0 und etwa 1 m. Am bedeutendsten ist die Bank am Felsegg und nördlich davon entwickelt (Fig. 5 u. 6). An der Stelle der schönen Fälte-

lungen, 20 m südlich vom Felsegg, ist sie meist nur 30—40 cm dick, und 40 m südlich davon keilt sie vollständig aus, so dass dann eine dolomitische Sandsteinschicht von 0—5 cm, und darüber die Trias, direkt auf dem Gneiss mit Dolomitschollen aufliegt. 250 m südlich vom Felsegg ist der Arkosesandstein 30—40 cm dick, keilt aber beidseitig rasch aus, so dass wieder der Biotitgneiss direkt diskordant von der marinen Trias überlagert wird (Fig. 9). In der oberen Schichtserie der Haldenegg, bei etwa 800 m, ist der graue Arkosesandstein wieder mit 10—15 cm vertreten. Auch von Fernigen kennen wir ihn in ähnlicher Mächtigkeit. Die Oberfläche des Arkosesandsteins bleibt überall eben.

Wir sehen also, dass die Arkosesandsteinbank die alte Gneissoberfläche ausebnet.

Die Schichtung ist nicht überall gut ausgeprägt. Oft ist eine horizontale Schichtung mit wechselnd grobem Sandkorn deutlich; an anderen Stellen erkennt man ausgesprochene Diagonalschichtung und auf der Nordseite vom Felsegg ausserdem unregelmässig knollige bis kugelige Abwitterung nach konkretionsartigen Erhärtungen (Fig. 6). Am Felsegg ist im Gneiss eine sanft wellige Kluft von N 20° E-Streichen und 80° S-Fallen zu sehen, die noch die Arkose durchschneidet und 20 cm darüber in den Basisschichten der Trias blind und ohne jede Verstellung endigt, während die Arkose noch um etwa 5 cm verstellt zu sein scheint. Auch etwa 40 m südlich vom Felsegg ist eine NE-streichende Kluft mit 10—20 cm Verstellung der Gneisseinschlüsse zu sehen, die aber ohne Fortsetzung an der Triasbasis abstösst.

Von Metamorphose oder Quetschung des Arkosesandsteins ist keine Spur zu erkennen. Das Gestein ist kompakt und ausser der Diagenese unverändert, wie es abgelagert worden ist. Die Anwitterungs-Oberfläche der Arkose ist rauh von vorragenden Quarzkörnern, schwarz und braunfleckig, die Farbe inwendig hellgrau. Zum Unterschied der Gneissunterlage ist die Arkose nur oberflächlich in rezenter Zeit verwittert, inwendig aber ziemlich frisch, hart und sehr zäh. Von blossem Auge erkennt man reichlich Quarz in sehr feinen und gröberen Körnern, auch Quarznester und kleine glänzende Feldspatflächen neben matten zersetzten Feldspäten. Auch kommen stellenweise gelbe Dolomitbrocken und Fetzen von solchen von mehreren Zentimetern Dicke vor (Felsegg, links in Fig. 5), die der Diagonalschichtung parallel eingelagert erscheinen.

Im Dünnschliff erkennt man unter dem Mikroskop eine lichtbräunliche Grundmasse aus Kieselsubstanz, mit Karbonat gemischt,

die 20—50 % des Gesteins ausmacht, stellenweise aber auch nur als Bindemittel erscheint. Sie ist das Produkt der Feldspat-Zersetzung. Die Einstreulinge sind zu $^2/_3$ Quarz in allen Grössen bis zu einigen Millimetern, als einheitliche, äusserst unregelmässig begrenzte Körner oder als verzahnte Aggregate, zu $^1/_3$ zersetzte Feldspäte, von denen nur noch Spaltbarkeit und Umriss teilweise erhalten sind. Nur spärlich sind kleine Schüppchen von frischem, tiefbraunem Biotit und daneben von Muskowit zu finden. Der letztere ist vielleicht teilweise aus Biotit gebleicht. Als akzessorische Gemengteile treten Zirkon und Turmalin in kleinen Prismen auf. Die Einstreulinge zeigen keine Rundung. Das Material kann nicht weit gerollt worden sein: es ist das oberflächliche Verwitterungsprodukt des Erstfelder Gneisses.

Das Alter des Arkosesandsteins ist annähernd bestimmt. Aus seiner stratigraphischen Verbindung mit dem Liegenden und Hangenden geht hervor, dass er älter ist als Muschelkalk, und dass es sich nicht um einen Vertreter des Verrucano, sondern um untere Trias handelt, ebenso wie beim Basissandstein von Fernigen (22, pag. 509). Aus dem Übergang in die marine Trias, dem Fehlen von Gneissgeröllen und der ebenen oberen Abgrenzung möchte man vermuten, dass der Arkosesandstein ein submarin verschwemmtes Verwitterungsprodukt des Erstfelder Gneisses darstellt.

Die marine Trias.

Nachdem die Gneissoberfläche durch den Arkosesandstein ausgeebnet ist, folgen in gleichmässig zusammenhängenden ungestörten Schichten die Triasablagerungen.

An der Haldenegg wird die Basis von einem 1—3 cm dicken, inwendig weisslichgrauen Quarzitsandsteinschichtchen gebildet, das den Arkosesandstein mit der Rötidolomitstufe verbindet. Seine Oberfläche besteht aus einer 1—2 cm dicken, dunkelgrauen Tonlage, auf der die schönsten Rippelmarken abgezeichnet sind, wie solche heute an schlammigen Meerufern bei Gezeitenströmung entstehen. Eine Verwechselung mit tektonischer Rippelung ist für jeden Geologen völlig ausgeschlossen. Die Rippen sind nicht Aufbiegungen, sondern Verdickungen des Schichtchens. Der Abstand der Rippelkämme voneinander beträgt 5—6 cm, die Höhe der Kämme über den Furchen 0,5—1 cm. Diese völlig ungestörte Meergrundfläche kann auf etwa 20 m weit verfolgt werden, so weit, wie das Basisschichtchen zu sehen ist. 40 m südlich vom Felsegg, wo der Arkosesandstein fehlt, folgt an der Stelle des quarzitsandigen Rippelmark-

Schichtchens direkt über dem Gneiss mit Dolomiteinschlüssen ein 0,5 cm dickes Schichtchen von flaserigem, dolomitischem Sandstein; 200—300 m südlich vom Felsegg folgen auf dem Arkosesandstein oder direkt auf dem Gneiss Dolomitbänke mit quarzitischen Sandsteinlagen von 65 cm Mächtigkeit. Mit diesen (Nr. 1 der Profile Fig. 5 u. 6) ist die Ausebnung vollkommen vollzogen und die zusammenhängende Ablagerung mariner Sedimente eingeleitet. Am schönsten kann die Triasbasis an der Haldenegg beobachtet werden. Wir notierten folgendes Profil, mit den gleichen Nummern wie in Figur 5 und 6, von unten:

1. Dünnschichtiger Sandstein in welligen Schichtchen, weiss, quarzitisch, mit blaugrauen Tonhäuten; an der Basis die oben beschriebene Rippelmarkenschicht. Am Felsegg ist über der Rippelschicht noch eine 8 cm dicke sandige Schieferlage abgetrennt. Mächtigkeit am Felsegg 45 cm, nördlich davon bis auf 16 cm abnehmend.
2. Quarzitsandsteinbänke wechselnd mit drei Rötidolomitbänken, scharf voneinander getrennt. Sandstein unten grobkörnig, sehr hart, hellgrau, mit Diagonalschichtung. Dolomitbänke mit gelber staubiger Oberfläche, inwendig homogen, dicht, massig, blaugrau, brausen nicht mit verdünnter Salzsäure. Mächtigkeit 30 m, nördlich Felsegg 90 cm, am Felsegg 65 cm und oben mit einer zweiten Rippelmarkenfläche endigend, 250 m südlich Felsegg ebenso 65 cm.
3. Schwarze Tonschiefer mit sandigen Schlieren, an der Basis zwei je 2 cm dicke Sandsteinschichtchen mit weniger scharf ausgeprägten Rippelmarken. Mächtigkeit nördlich Felsegg 40 cm, am Felsegg 30 cm, 250 m südlich Felsegg 25—30 cm.
4. Bankiger typischer Rötidolomit, 65 cm.
5. Dünne Dolomitplatten mit Tonschiefer-Zwischenlagen, 28 cm, bedeckt von 5 cm weissem grobem Sandstein.
6. Rötidolomit in welligen Bänken, mit gelber staubiger Oberfläche, 90 cm.
7. Wechsellagerung von sandigen, kieseligen und tonigen Lagen mit Dolomitbänken, die dicksten 20—30 cm, zusammen 1,5 m.
8. Grobbankiger Rötidolomit, Hauptmasse, inwendig hellblaugrau, dicht, mit staubiggelber, blaugrauer und schwarzfleckiger Oberfläche, 14—15 m.

Darüber folgt mit scharfer Grenze der Dogger.

Die Trias im Scheidnössligebiet besteht also aus drei Hauptgruppen:

a) 0—1 m Arkosesandstein,
b) 4,7 m Sandstein, Tonschiefer und Dolomitbänke,
c) 15 m Haupt-Rötidolomit, kompakte Felswand.

In der mittleren Abteilung wechseln die einzelnen Schichtbänke rasch an Mächtigkeit und vertreten sich gegenseitig. Dazu kommt noch etwas übergreifende Lagerung, indem die untersten Schichten gegen Süden auskeilen. Die unterste durchgehende Dolomitbank liegt ½ m über der Arkose und ist schon als typischer Rötidolomit entwickelt. Es bleibt also unter b kaum genügend Raum für die Buntsandsteinstufe. Nach den Fossilfunden von Paulcke und Gerber in der westlichen Fortsetzung des autochthonen Rötidolomites gehört der echte Rötidolomit c zum Muschelkalke. Dann stellt b dessen Basis dar und könnte dem Buntsandstein, nicht aber dem Verrucano gleichgestellt werden.

Auch aus der Facies ergibt sich eine fortschreitende Entwicklung:

a) rein terrigene Bildung,
b) gemischt terrigen-chemisch; Rippelmarken, Diagonalschichtung, Seichtsee mit den ersten Dolomitniederschlägen,
c) rein chemischer Niederschlag.

Ein Dünnschliff aus einer Rötidolomitbank von b zeigt folgendes Bild: Mikrokristalliner, massiger Dolomit, mittlere Korngrösse 0,01—0,02 mm, stellenweise als mehr oder weniger regelmässiges Mosaik, stellenweise als kryptokristalliner Dolomit mit einzelnen zerstreuten grösseren isometrischen Dolomitkörnchen bis zu 0,04 mm ausgebildet. In unregelmässigen gelben Flecken treten auch schwarmweise bräunliche Ankerit-Körnchen von 0,01—0,04 mm in einer feiner körnigen, limonitisch verfärbten Karbonatgrundmasse auf. Diese haben vermutlich die Zusammensetzung des typischen Ankerites (Ca, Mg, Fe) CO_3. Quarzkörnchen von 0,02—0,04 mm mit korrodierten Rändern sind spärlich und unregelmässig eingestreut und noch spärlicher feinste, farblose Glimmerschüppchen und dunkle Erzkörnchen.

Ein Schliff aus dem eigentlichen Rötidolomit c hat ein entsprechendes mikroskopisches Aussehen: Korngrösse des mikrokristallinen Dolomites 0,01—0,02 mm. Das massige Gestein wird von feinsten Äderchen durchsetzt und zwar a) von dichtem Karbonat mit kaum zu fassender Korngrösse (unter 5 μ, b) von kristallinem Karbonat und sekundärem Quarz (Mikro-Sekretionsgänge).

Der Dogger.

Da der Dogger bereits von W. Staub in Profilform abgebildet und gut bekannt ist, können wir uns hier kurz fassen und nur neuen

Beobachtungen etwas mehr Raum gestatten. Er ist in der Gegend des Scheidnössli normal etwa 60—70 m mächtig und wie folgt gegliedert:

4. Blegi-Eisenoolith, Callovien, 5—10 m,
3. „Parkinsonischichten", Bathonien, 10—20 m,
2. Abteilung des Echinodermenkalkes, Bajocien, 30—40 m,
1. „Opalinusschiefer", Aalénien, 14 m.

1. Die Opalinusschiefer (Aalénien).

Unmittelbar über der Rötidolomitwand an der Haldenegg folgt das zurückgewitterte Felsband der sog. Opalinusschiefer. Es sind schwarze Tonschiefer mit feinsandigen Schlieren. Der Schiefer ist kalkfrei oder kalkarm, spaltbar, enthält feinste Glimmerblättchen und glänzt graphitartig auf der frischen Schieferfläche. Als unregelmässig schichtförmige Einlagerungen enthält der Schiefer besonders in seiner oberen Hälfte Toneisensteinknollen. Sie sind aussen rostigbraun, inwendig blauschwarz, dicht, äusserst zäh, rundlich, länglich, bis 5 cm dick und 20 cm lang, an einer Stelle auch in meterlangem schichtförmigem Zusammenhang. Im Dünnschliff durch eine solche Toneisensteinknolle erkennt man in einer dunklen dichten, sehr kalkarmen, tonigen Grundmasse mit limonitischen Flecken in Menge eingestreute Quarz-Splitterchen von 0,05, seltener 0,1 mm Grösse, daneben feine Muskovitblättchen, Pyritkörnchen und vereinzelte Trümmer von Echinodermen und Foraminiferen.

An der Haldenegg sind die Opalinusschiefer 14 m mächtig, stark von Clivage durchsetzt, das die schwach NE fallenden Schichten schief durchschneidet, N 30° E streichend und 30° ESE fallend.

Die Abgrenzung der Opalinusschiefer ist beidseitig scharf. Nach unten liegen sie mit messerscharfer Grenze auf etwas höckerig-welliger Oberfläche von kompaktem Rötidolomit. Es fehlt an der Haldenegg jede Spur eines Basiskonglomerates. Trotzdem müssen wir wohl aus folgenden Gründen an eine Transgression der Doggerbasis auf der Trias denken:

1. U. Stutz berichtet schon 1884 von einer „Stelle im Rotsteintal hinter der Mattalp, wo die oberste Lage des gelben Dolomites von unzähligen Pholaden angebohrt worden ist".

2. Bei Fernigen enthält die Doggerbasis Rötidolomitgerölle.

3. An einer Stelle auf der Nordseite der Haldenegg liegt auf der welligen Rötidolomit-Oberfläche eine etwa 2 cm dicke tonige Ockerschicht und erst darauf der schwarze Tonschiefer.

4. Es fehlt am Scheidnössli jede Spur von der oberen Trias, die bloss 2 km weiter nordwestlich, auf der westlichen Reusstalseite

am Bockibach durch 10 m mächtigen roten und grünen Sandstein vertreten ist (17, pag. 17) und weiter östlich als Quartenschiefer entwickelt ist.

5. Es fehlt der Lias in der ganzen Gegend.

Die Grenze der Opalinusschiefer gegen den Echinodermenkalk ist scharf und rauhhöckerig.

Zur genauen Altersbestimmung fehlen noch genügende Anhaltspunkte. A. Tobler fand 1897 im Rotsteintal Posidonia opalina Qu. neben anderen Muscheln, aus denen er auf die Opalinuszone schliesst.

2. Abteilung des Echinodermenkalkes (Bajocien).

Gesamtmächtigkeit an der Haldenegg ca. 30 m, obere Grenze durch Moräne verdeckt. Gliederung von unten:

a) 7 m Echinodermenkalk, braungrau, grobbankig ohne Mergellagen. Die Facies „Makro-Oolith“ ist hier nicht bekannt. Übergang allmählich in

b) 10 m (?) Kieselknauerschichten; feinkörniger bis dichter, kompakter, inwendig blaugrauer Kalk mit bis über kopfgrossen schwarzen Silexknollen. Übergang allmählich in

c) ca. 15 m feinkörniger, inwendig blaugrauer, etwas flaseriger Kalk, ähnlich b, aber ohne Kieselknollen.

3. „Parkinsonischichten“ (Bathonien).

Der obere Dogger kann in der oberen Schichtserie, am Fusse der gewaltigen Malmwand an verschiedenen Stellen, am besten unfern den Quellen der stillen Reuss ob Wimsleren studiert werden. Dies ist im ursprünglichen Faciesverband der nördlichste Dogger der Zentralschweiz. Etwa 2 km weiter SSE, nach Abwicklung gemessen, folgen die Aufschlüsse über der grossen Schuttrinne am Fusse der Malmwand über dem Scheidnössli (Fig. 1). An allen diesen Stellen sind die Schichten zum Unterschied des Haldeneggstückes stark gefaltet und gequetscht und von Rutschstreifen begleitet, so dass die primären Mächtigkeiten nur geschätzt werden können.

Bei Wimsleren besteht das Bathonien von unten aus

a) 4—5 m dünnblätterigen, dunkelgrauen ebenflächigen Mergelschiefern, von Clivage durchsetzt und wohl tektonisch reduziert. „Parkinsonischiefer“. Schlieriger Übergang innerhalb 20 cm in

b) 2,2 m braun angewitterten, inwendig dunkelgrauen, sehr feinkörnigen Kalk mit Echinodermentrümmern und Terebrateln.

An der Schuttrinne über der Haldenegg sind die sammetkörnigen schwarzen Parkinsonischiefer über 15 m mächtig und enthalten an Ammonitensteinkerne erinnernde Knoten. Darüber folgt der Kalk b etwa 5 m mächtig.

4. Blegi-Eisenoolith (Callovien).

Bei Wimsleren geht der Echinodermenkalk b in stark gequetschten Eisenoolith mit platt gedrückten Ooiden über. Die Mächtigkeit ist hier 0,5—1 m, d. i. auf $^1/_5$—$^1/_{10}$ reduziert. Auffallend mächtig ist er dagegen über der Haldenegg, in normaler Lage wenigstens 5, wahrscheinlich 8—10 m, und von unten bis oben mit Chamositooiden gespickt. Die Kalkgrundmasse ist fleckig, rosa bis grünlich. Perisphinctes sp. und Belemniten.

Der Malm.

Der Malm beginnt mit scharfer Grenze, ohne Cordatusschichten. Die Schiltschichten sind meist stark zerdrückt, so dass nur 10—20 cm Schiefer zwischen Quintnerkalk und Eisenoolith übriggeblieben sind. Oberhalb dem Scheidnössli i. e. S. (Fig. 1) sind aber die Schiltschichten typisch: zu unterst etwa 1 m Mergelschiefer mit fleckigen Kalklagen, darüber 1—2 m graue Schiltschiefer, die rasch in kompakten Quintnerkalk überführen. Vermutlich gehört dieser in seinem unteren Teil auch noch zum Argovien.

Tektonik.

Am Nordrand des Aarmassivs zeigt das kristalline Gebirge einen ganz anderen Bau als dessen autochthone Sedimenthülle: der Erstfelder Erstarrungsgneiss ist durch den tertiären Faltenschub nicht wesentlich deformiert worden. Die einzige tertiäre Dislokation grösseren Stils ist die in Figur 1 und 10 dargestellte Überschiebung, durch welche die Doppelung des Gneisses zwischen Scheidnössli und Erstfeld zustandegekommen ist. Die Überschiebung bildet eine nach S. geneigte Fläche, die durch die Erosion zu beiden Seiten des Tales angeschnitten und abgedeckt worden ist. Die Schnittfläche steigt als Terrasse auf der östlichen Talseite bei den Bahnarbeiterhäusern von Erstfeld etwa 20° steil aus dem Talboden hervor, zieht sich über Punkt 561 bei Platteli hinweg, steigt dann vor dem Bach knickartig rascher in die Höhe, um dann unter Moräne zu verschwinden (Fig. 1, 9 und 10). Hier, am südlichsten Zipfel der mesozoischen Sedimentserie der Haldenegg, wo dieselbe vom Gneiss überschoben wird, stellen sich einige lokale Komplikationen ein. Über dem normalen Rötidolomit des Haldeneggzuges fehlen in der Bachschlucht zunächst die Opalinusschiefer. Es folgt Dogger-Echinodermenkalk etwa 40 m, darüber 1—2 m Opalinusschiefer, untere Echinodermenbreccie und Kieselknauerschichten, wieder Opalinusschiefer, Echinodermenkalk; also drei Doggerschuppen von normaler Lage sind

übereinandergestossen und bilden ein Stauungspaket von etwa 60 m Mächtigkeit. Dieses stösst dann an der verkehrten Folge südlich des Bächleins: Opalinusschiefer, Rötidolomit, Gneiss mit 70° S-Fallen schief ab (Fig. 9). Diese letztere Schichtreihe ist vielleicht der aufgestülpte oder aufgeschürfte Mittelschenkel einer scharfen Muldenumbiegung, die freilich nicht entblösst ist.

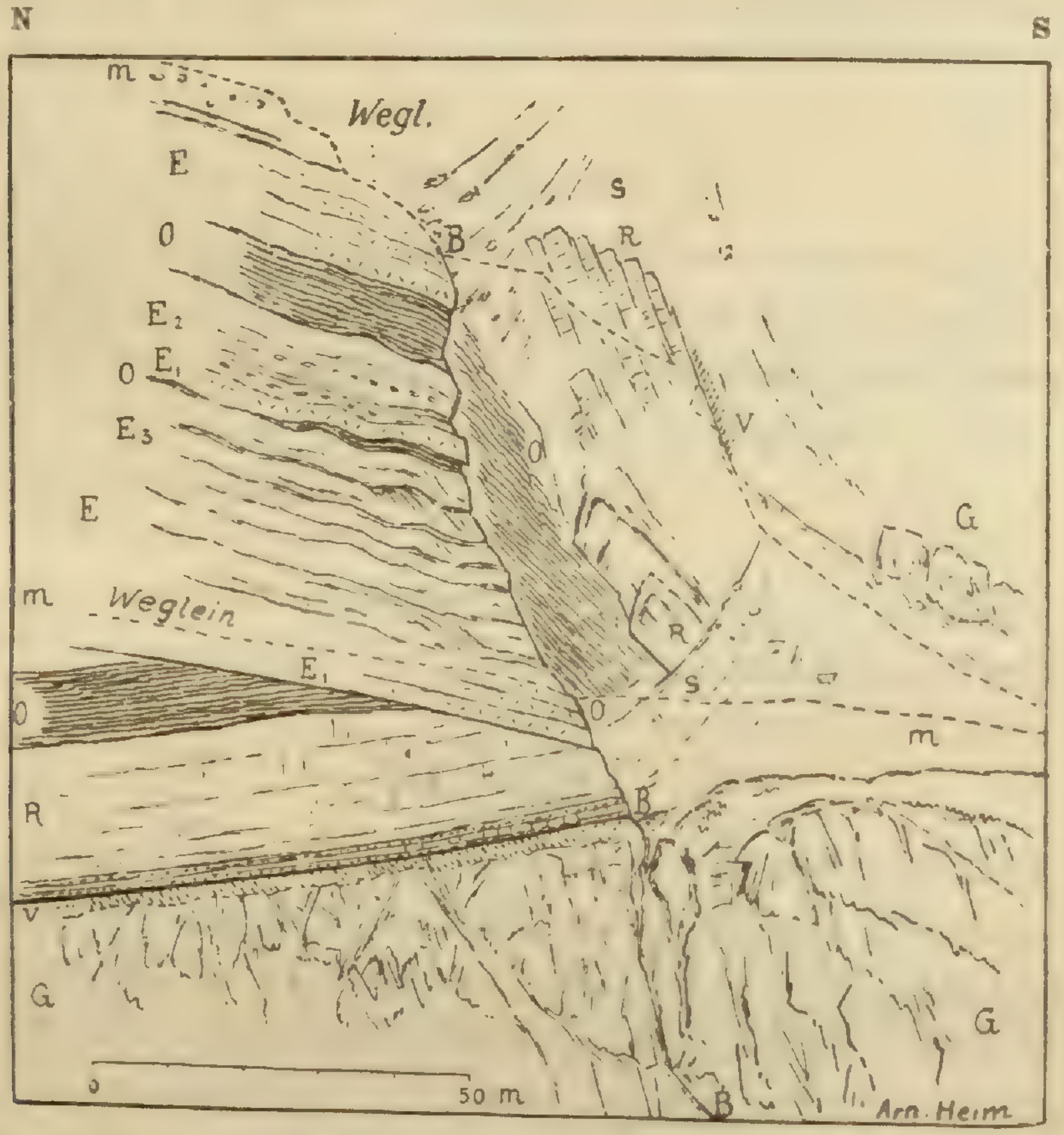


Fig. 9. Südende des Sedimentkeiles von Haldenegg bei Platteli.

B B B = Bachfurche.
G = Erstfeldergneiss, V = Verwitterungszone desselben, R = Röthidolomit, O = Opalinusschiefer, E = Echinodermenkalk (Bajocien), E = Untere Echinodermenbreccie, E_2 = Kieselknauerschichten, E_3 = Oberes Bajocien, S = Gehängeschutt, m = Moräne.

An seiner Nordseite scheint der im Schub zurückgebliebene Haldeneggklotz steil abgeschert zu sein. Einem Wasserfall vergleichbar stürzt darüber der mächtige Sedimentmantel in Clivage, Falten und Fältchen schäumend, herunter (Fig. 10). Leider können wir hier nirgends die Hand auf die nördliche Abschürfungsfläche legen, denn Moränen und mächtige Gehängeschuttkegel verdecken sie, und es bleibt auch unbestimmt, ob der Haldeneggkeil noch Malm enthält.

Auf der westlichen Talseite geht der Schnitt über den Sackberg bei Punkt 606 hinweg. Trias, falls vorhanden, ist dort wegen Moränen nicht zu sehen. Die Überschiebungsbreite über dem Talboden

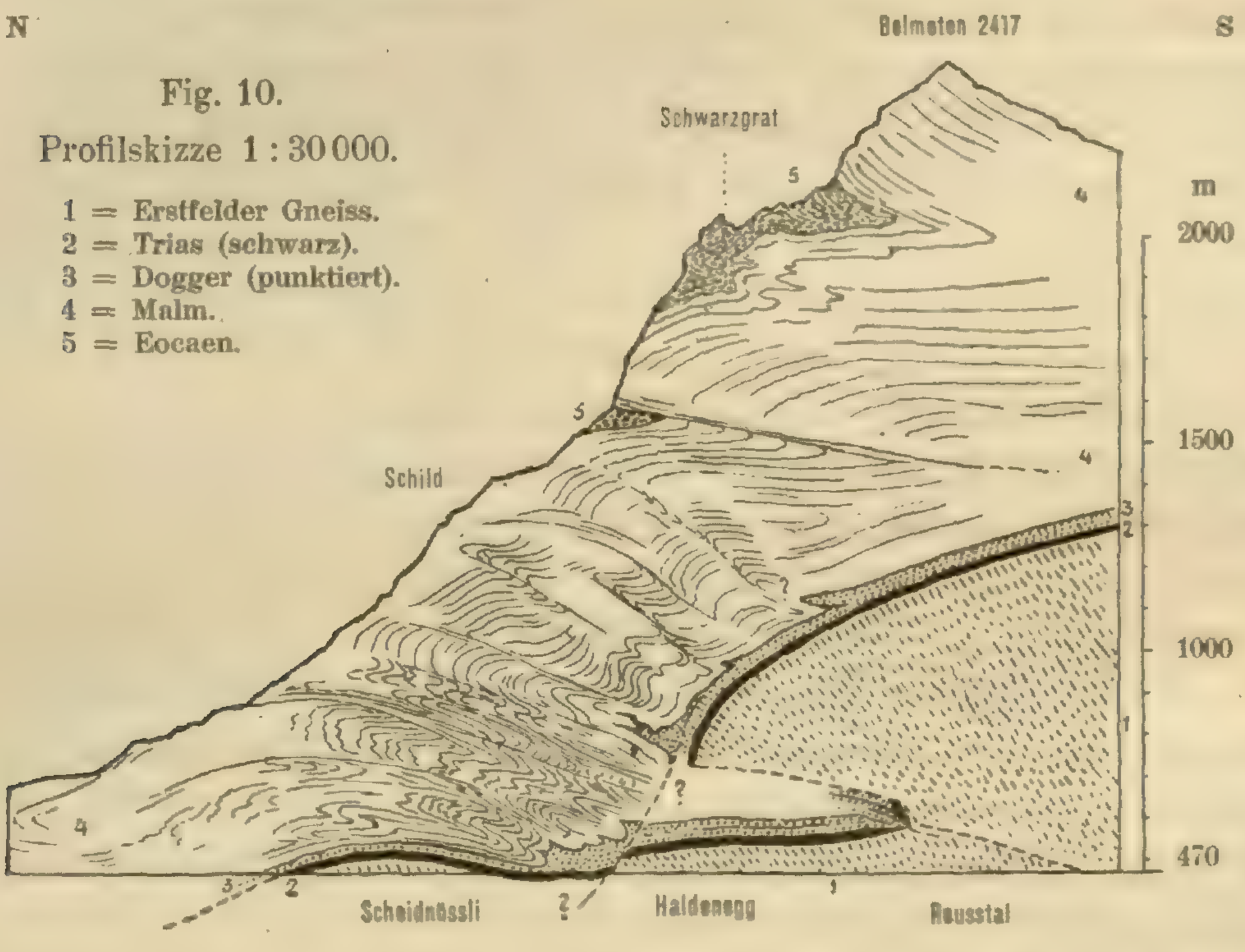
beträgt 1—1½ km, die Überlagerung von Gneiss auf Dogger aber nur etwa ½ km.

Das Streichen der Überschiebungsfläche beträgt E 10° S, weicht also von der NNE-Richtung der Gneissfältelung und -Schieferung um 60°—90° ab! Die Schnittfläche durchkreuzt die alte Schieferung und Fältelung, und hat sie nicht umgeformt, nur verstellt. Schon Lotze (20) ist zu dem Resultat gelangt, dass die Wirkung der tertiären Stauung im Aarmassiv gegen Norden rasch abnimmt, und dass

Fig. 10.

Profilskizze 1 : 30000.

1 = Erstfelder Gneiss.
2 = Trias (schwarz).
3 = Dogger (punktiert).
4 = Malm.
5 = Eocaen.



Arn. Heim del.

die Gneissfältelungen älter sind als die tertiäre Tektonik. Dem entsprechend ist auch das Stück des Sedimentmantels auf dem Gneiss der Haldenegg, auf ½ km Länge, völlig ungestört liegen geblieben, wie es abgelagert wurde. Selbst die alten Rippelmarken sind tadellos erhalten wie in einem Gebirge, das fern von der alpinen Stauung läge.

In schärfstem Gegensatze zum Haldeneggklotz verhält sich, wie schon angedeutet, die Sedimentdecke des überschobenen Gneisses. Hier sind die Sedimente, insbesondere vom Dogger an, äusserst intensiv gefaltet, zerknittert und zur Schieferung zerdrückt oder gestaucht. Die platt gedrückten Eisenooide zeigen, dass die Quetschungen auch das feinste Gefüge unter hohem Druck ergriffen haben. Der Malm ist in vielfache scharfe Falten gelegt, die treppenförmig nach Norden unter den Talboden sinken und von flach südfallendem

Clivage durchsetzt sind. Weder Falten noch Clivage greifen in die Gneissunterlage herab. Die flache Lage des Clivage ist dadurch verständlich, dass erst steiler S-fallende Transversalschieferung immer mehr nördlich überlegt worden ist, und dass Schub von oben her kam. Es ist der Druck der über das Aarmassiv herunterkommenden helvetischen Decken. Die grossen und kleinen Falten, die Schuppen- und Clivageflächen, die der tertiäre Schub erzeugt hat, streichen E bis ENE, die Gneisschieferung darunter NNE.

Zwischen Trias und Malm ist die Faltung ausgesprochen disharmonisch: der Malm legt sich im Zickzack nach Norden übereinander, die Trias aber folgt der Gneissoberfläche, ist nicht nördlich übereinandergefaltet, reicht aber dafür um ½ km südlich unter die Gneisschubfläche zurück. Dieser halbe Trias-Kilometer ist ein Teil der tektonischen Kompensation der Malmfältelung; ein weiterer Teil kann tiefer unter dem Talboden liegen. Der Dogger schliesst sich in seinem unteren Teil mehr der Trias, im oberen mehr dem Malm an. Diese Tatsachen sind auffallend verschieden vom Juragebirge, wo die Dislokationsdiskordanz hauptsächlich zwischen untere und obere Trias fällt.

Resultate.

1. In Übereinstimmung mit Sauer, Königsberger und Lotze betrachten wir den Erstfelder Gneiss als einen Erstarrungsgneiss. Die hier näher beschriebenen Fältelungen sind durch Stauung kurz vor der Erstarrung entstanden, als die Biotitblättchen grösstenteils schon aus dem Magma ausgeschieden waren und Paralleltextur angenommen hatten.

Nach seiner Textur ist das Erstfelder Gestein ein kristalliner Schiefer, nach Struktur, Mineralbestand, Ausscheidungsfolge, Chemismus ein Granit. Nach dem System von Grubenmann müsste man den Erstfelder Gneiss als Kata-Biotitorthoklasgneiss bezeichnen, allein er weicht von diesem Typus dadurch ab, dass seine Struktur nicht kristalloblastisch ist und seine Bildung nach den geologischen Tatsachen nicht in sehr grosser Tiefe stattgefunden haben kann, wie dies aus den kontaktmetamorphen Sedimenteinschlüssen seiner westlichen Fortsetzung im Berner Oberland hervorgeht (Sauer, Hugi, Truninger u. a.). Wie der Gasterngranit mit dem begleitenden Gneiss unzertrennlich verknüpft ist (Truninger), so der kleine Granitstock bei Erstfeld mit dem umhüllenden Erstfelder Gneiss. Beide sind aus dem gleichen Grundmagma hervorgegangen.

Am Nordrand des Aarmassivs nördlich Erstfeld ist der Erstarrungsgneiss mit allen seinen wesentlichen ursprünglichen Merkmalen

ungestört erhalten geblieben. In bezug auf die tertiäre Faltung ist die Haldenegg gleichsam ein ausseralpiner, schwarzwäldlicher Gebirgsklotz, der bei der alpinen Dislokation ausgeschaltet liegen geblieben ist.

2. Die sogenannte „gefältelte Arkose“ ist keine Arkose, sondern prätriasisch bis alttriasisch (vielleicht submarin) verwitterter Erstfelder Gneiss und mit dem frischen Gneiss unzertrennlich verbunden.

3. Die Karbonateinschlüsse wurden von Walther Staub und B. G. Escher als fragliche Infiltrationen oder Konkretionen, von uns als magmatische Einschlüsse betrachtet. Für diese Deutung mussten wir uns die mikroskopische Untersuchung vorbehalten. Diese hat nun gelehrt, dass in den Einschlüssen keine spezifischen Kontaktmineralien vorhanden sind. Dieser negative Befund ist zwar kein strenger Gegenbeweis, da bekanntlich Kontaktmineralien nur unter bestimmten Umständen entstehen.

Für die Entstehung der Karbonateinschlüsse durch Infiltration in den verwitterten Gneiss sprechen folgende Erscheinungen:

Nicht selten Knollengestalt der Einschlüsse, hie und da an „Lösskindchen“ erinnernd. Oft verschwommene Umrisse; an einzelnen wenigen Stellen, ausgehend von Einschlüssen, sieht man feine dolomitische Adern im verwitterten Gneiss. Keine neuen Kontaktmineralien, weder in den dolomitischen Einschlüssen noch im umgebenden Gneiss. Einsprenglinge in den Dolomiteinschlüssen nur die Mineralien des Gneisses. Vorhandensein der dolomitischen Einschlüsse nach den bisherigen Beobachtungen fast nur im verwitterten, nicht im frischen Gneiss. Gneisstextur um die Einschlüsse herum in ihrer Lage nur wenig gestört, nicht aufgebläht.

Für die Entstehung der Einschlüsse durch magmatische Umhüllung älterer vortriasischer Sedimentstücke sprechen:

Während Infiltrationen, wie sie in jedem altverwitterten Gneisse vorkommen, den Gesteinsfugen folgen, finden wir hier die Karbonate in oft scharf begrenzten, blockartigen, dichten Massen. Die Mehrzahl der Einschlüsse, besonders die grösseren, aber auch manche kleine, haben Brockenform, sind scharf umrandet, hie und da von eckiger. oft von Geröll-Gestalt, häufig mit eingebuchteten karrenförmigen Umrissen. Der Gneiss bildet Ausläufer in und zwischen die Dolomitblöcke oder die in Blöcke aufgelösten Bänke. Nahe dem oberen Rande des Gneisses ist der Dolomit dicht, anscheinend nicht verändert, die 2—3 m tief im Gneiss gelegenen Dolomiteinschlüsse sind stärker kristallin und reicher an Glimmer-, Quarz- und Feldspat-

Einsprenglingen. An der einen Stelle sind fast alle Einschlüsse Dolomite, an der anderen Kalksteine, selten kommen auch Schiefer und Quarz als Einschluss vor. Konzentrische Schalentextur oder radialfaserige Anordnung des Karbonates nach Art der Konkretionen ist nirgends zu finden, dagegen lassen grössere Einschlüsse hie und da die Spuren von ebener Schichtung, durchgehend, bei verschiedenen Stücken ungleich gerichtet, erkennen. Viele Einschlüsse sind so zusammengeordnet, dass sie als ursprünglich zusammengehörige Stücke eines Schichtfetzens gedeutet werden müssen. Typische Sekretionskristallisation fehlt überall, wo man sie erwarten sollte, mit einziger Ausnahme kleiner Partien ganz innerhalb der Dolomitbrocken. Vereinzelte Kalk- oder Dolomiteinschlüsse finden sich auch im annähernd unverwitterten Gneiss.

Wenn die Trümmer nur kurz vor dem Erstarren in die obersten Teile des Magmas gefallen sind, so ist die geringe Kontaktmetamorphose und ihre Verteilung verständlich. Der Aderdolomit und die verschwommenen dolomitischen Knollen im verwitterten Gneiss könnten nachträglich durch Infiltration von den magmatisch eingeschlossenen Stücken ausgegangen sein, d. h. es liegt uns vielleicht ein Fall vor, für den beide Erklärungsversuche zugleich zutreffen — oder dann müsste eine ganz andere dritte Erklärungsart gefunden werden.

Wir haben oben die nüchternen Beobachtungen gegeben und lassen die Frage unentschieden. Für den Fall der Bildung durch Infiltration könnte man daran denken, dass möglicherweise die Knollenbildung submarin entstanden ist, dann könnten wir auch die lithologische Ähnlichkeit ihres fast dichten Gefüges mit demjenigen mariner Karbonatgesteine eher begreifen. Was wir aber heute ohne Zögern in Korrektur von der Anschauung im „Mechanismus der Gebirgsbildung“ von 1879 sicher sagen können, geht dahin, dass tektonische Einknetung ausgeschlossen ist.

4. Über dem verwitterten Gneiss folgt ein vielfach aussetzender Arkosesandstein von höchstens 1 m, der die anscheinend schon vorher ziemlich ebene Gneissoberfläche völlig einebnet. Darüber sitzt ungestört die sicher marine Trias, dann Dogger und Malm.

Über die geologische Geschichte vom Nordrand des Aaremassives im Gebiete des Reusstales (Erstfeld) kann man sich folgende Reihe von Vorgängen zusammenstellen:

In ein paläozoisch aufstauendes Gebirge drang der Erstfelder Gneiss ein. Die schon vorhandene Paralleltextur der Intrusivmasse wurde vor ihrer völligen Erstarrung durch WNW gerichtete Pressung gefältelt und gekräuselt. In der Karbon- und Permzeit witterte das

Gestein zur Fastebene ab, und die chemische Verwitterung drang von der vortriasischen Oberfläche aus in den gefältelten Erstarrungsgneiss ein. Dann folgt Untertauchen zu Beginn der Triaszeit, Bildung des Arkosesandsteines durch Verarbeitung eines Teiles der Verwitterungsrinde des Gneisses, Ausgleichung der Oberfläche durch die Bewegungen des Meeres, Bildung der Rippelmarken an seichtem Meergrund. Darüber folgten in ungestörtem Parallelismus, wenn auch hie und da mit Unterbrechungen und Transgressionen und mit mannigfaltigem Facieswechsel, die weiteren marinen Absätze der Trias-, Jura-, Kreide- und Eocänzeit.

Die Einschlüsse im gefältelten, verwitterten Erstfelder Gneiss an der Haldenegg sind entweder magmatische Einschlüsse paläozoischer Zeit von Bruchstücken paläozoischer Sedimente, oder sie sind Infiltrationen aus dem Beginn der Triaszeit. Oder sie sind etwas anderes, das wir bis heute noch nicht erfassen konnten.

Es folgt in der späteren Tertiärzeit der alpine Zusammenschub in der Erdrinde. Er ist schief zu den alten Erstarrungstexturen des Erstfelder Gneisses nach NNW gerichtet. Das Aarmassiv wird durch ihn emporgestaut. Er zwingt die helvetischen Decken, das ganze Aarmassiv zu überbranden, er knittert den autochthonen Mantel des Aarmassives furchtbar zusammen. Aber am Scheidnössli, gewissermassen im toten Winkel hinter der Schwelle des Aarmassives geschützt, ist ein Stück Erdrinde mit klarer einfacher Diskordanztransgression des mesozoischen Sedimentmantels über prätriasischer Abwitterungsfläche, ohne Störung der gegenseitigen Lagerung, in ursprünglicher Form intakt erhalten geblieben. Vergeblich suchen wir innerhalb dieses Stückes nach Rutschflächen, nach Myloniten, nach Faltung, nach Dislokationsmetamorphose. Der Haldeneggklotz erinnert an ein Kind, das von Pferd und Wagen überfahren worden ist, aber unverletzt hinter dem Wagen wieder zum Vorschein kommt. Er ist ein Erdrindenstück mit bloss alter Geschichte des Alpengebietes, dem die tertiären Ereignisse keine Deformationen aufgezwungen haben, ausser etwas Clivage im Dogger.

Scheidnössli-Haldenegg einerseits und Fernigen andererseits sind grosse Gegensätze. Am ersteren ein einzelnes Gebirgsstück, das, mit Ausnahme seiner Erhebung aus der Tiefe von der tertiäralpinen Bewegung ausgeschaltet und übergangen wurde, so dass die alte Struktur und Lagerung unverändert dasteht. In Fernigen weiter südlich umgekehrt eine einige tausend Meter tiefe Einfaltung im Aarmassiv, die erst durch die tertiär-alpine Bewegung der Erdrinde geschaffen worden ist.

Zürich, 23. April 1917.

Literatur.

1. 1842. Lusser, K. F. Nachträgliche Bemerkungen zu der geognostischen Forschung und Darstellung des Alpendurchstiches vom St. Gotthard bis Arth am Zugersee. Neue Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften.
2. 1879. Heim, Albert. Mechanismus der Gebirgsbildung. Bd. II. pag. 149, Atlas Taf. IX, Fig. 7.
3. 1880. Baltzer, A. Der mechanische Kontakt von Gneiss und Kalk im Berner Oberland. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, Lfg. 20.
4. 1884. Stutz, U. Über den Lias der sog. Kontaktzone in den Alpen der Urschweiz. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc., Bd. II.
5. 1891. Heim, Albert. Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, Lfg. 25.
6. 1891. Schmidt, C. Anhang zu „Beiträge", Lfg. 25.
7. 1897. Tobler, August. Über die Gliederung der mesozoischen Sedimente am Nordrand des Aarmassivs, mit einer Profiltafel. Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft Basel, Band XII, Heft 1 und separat bei Birkhäuser, Basel.
8. 1900. Sauer, A. Geologische Beobachtungen im Aarmassiv. Sitzungsberichte der kgl. preussischen Akademie der Wissenschaften. Berlin, Bd. XXXIV.
9. 1904. Sauer, A. Über die Erstfeldergneise am Nordrande des Aarmassivs. Bericht über die Versammlung des oberrheinischen geologischen Vereins, Konstanz.
10. 1907. Hugi, E. Vorläufige Mitteilung über Untersuchungen in der nördlichen Gneiszone des zentralen Aarmassivs. Eclogae Geol. vol. IX, Nr. 4.
11. 1909. Königsberger, Joh. Einige Folgerungen aus geologischen Beobachtungen im Aare-, Gotthard- und Tessinermassiv. Eclogae vol. X, Nr. 6.
12. 1910. Königsberger, Joh. Erläuterungen zur geologischen und mineralogischen Karte des östlichen Aarmassivs von Disentis bis zum Spannort. Freiburg i. B. und Leipzig.
13. 1911. Escher, George Berend. Über die prätriasische Faltung in den Westalpen mit besonderer Untersuchung des Carbons an der Nordseite des Tödi (Bifertengrätli), mit einem Anhang über das Scheidnössli bei Erstfeld im Reusstal und das Carbon von Manno bei Lugano. Roeloffzen-Hübner, Amsterdam.
14. 1911. Staub, Walther. Geologische Beschreibung der Gebirge zwischen Schächental und Maderanertal im Kt. Uri, mit 15 Figuren und 3 Tafeln, dazu geologische Spezialkarte 1:50000. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, n. F., Lfg. XXXII.
15. 1912. Staub, Walther. Beobachtungen am Ostende des Erstfeldermassivs, mit 1 Figur und 1 Tafel. Geologische Rundschau, Bd. III.
16. 1912. Van der Ploeg, P. Geologische Beschreibung der Schlossberg-Spannortgruppe, mit geologischer Karte 1:50000. Dissertation. Eclogae Geol. vol. XII, Heft 2.
17. 1912. Arbenz, P. Der Gebirgsbau der Zentralschweiz. Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, 95. Jahresversammlung in Altdorf, II. Teil, mit 2 Tafeln.

18. 1913. Staub, Walther. Gebirgsbau und Talbildung im Maderanertal und Schächental, Kt. Uri. Eclogae vol. XII, Nr. 7.
19. 1914. Königsberger, Joh. Zur Abtrennung des Erstfelder- vom Aarmassiv, und ergänzende Beobachtungen im Aarmassiv. Eclogae vol. XIII. Nr. 2.
20. 1914. Lotze, R. Beiträge zur Geologie des Aarmassivs. Untersuchungen über Erstfelder-Gneisse und Innertkirchen-Granit. Zeitschrift d. Deutsch. geologischen Gesellschaft, Bd. 66, Abhandlungen, Heft 2.
21. 1916. Heim, Arnold. Der Kontakt von Erstfelder Gneis und Trias am Scheidnössli. Eclogae vol. XIV, Nr. 2.
22. 1916. Heim, Albert und Heim, Arnold. Die Juramulde im Aarmassiv bei Fernigen (Uri). Geologische Nachlese Nr. 25, mit 3 Textfiguren und 4 Tafeln. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, Jahrgang 61.

Inhalt.

Historische Einleitung 423
Der Erstfelder Gneiss und dessen Fältelung 425
Die vortriadische Gneissverwitterung 429
Die Einschlüsse im verwitterten Gneiss 430
Der Arkose-Sandstein 436
Die marine Trias 438
Der Dogger 440
Der Malm 443
Tektonik 443
Resultate 446
Literatur 450

Opere matematiche di Luigi Cremona.

Von

C. F. Geiser, Küsnacht (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 25. April 1917.)

Der ausgezeichnete Mathematiklehrer am Winterthurer Gymnasium Ulrich Aeschlimann schrieb am 12. März 1910 seinem Schwager, dem grossen Mailänder Verleger Ulrico Höpli: „Ich möchte Dich als Interessent dringend bitten endlich einmal mit Cremona herauszukommen. Aus einer Distanz von bloss hundert Jahren angesehen, wird diese Publikation vieles überstrahlen, was Du in Deinem Katalog hast. Dass sie wahrscheinlich passiv sein wird, kann Dich ja nicht dagegen stimmen. Es ist Gold, was Du anbieten kannst". Die „Opere matematiche di L. C." liegen jetzt in drei schönen Quartbänden vor; wie schade, dass Aeschlimann diese Erfüllung seiner Bitte nicht mehr erlebt hat. Gewiss ganz in seinem Sinne liegt es, wenn hier Herrn Höpli der gebührende Dank für das in Verbindung mit der Accademia dei Lincei[1]) durchgeführte Unternehmen dargebracht wird, und es darf wohl auch daran erinnert werden, dass nun in dem nämlichen Verlag und in gleicher Ausstattung sich die Gesamtausgaben der Werke derjenigen Männer befinden, denen der glänzende Aufstieg der italienischen Mathematik in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zu verdanken ist (Betti, Brioschi, Cremona, Beltrami).

[1]) Die gemeinschaftliche Arbeit wissenschaftlicher Korporationen und tatkräftiger Verleger bewährt sich gerade jetzt wieder, wo die durch den Weltkrieg verzögerte Gesamtausgabe Eulers wesentlich auch durch die Mitwirkung des Teubnerschen Verlags gesichert bleibt. Ein tragisches Gegenstück bildet die Klage, welche Jakob Steiner in einem am 31. Dezember 1833 an Jacobi gerichteten Briefe über den Stillstand in dem Erscheinen des Hauptwerkes „Systematische Entwickelung der Abhängigkeit geometrischer Gestalten voneinander" erhebt: „Da der Verleger nicht fortsetzen will, bis er sich überzeugt, dass die Kosten gedeckt werden, so habe ich auch noch nicht Hand an den zweiten Teil gelegt. Welch ein trauriges Loos, sein Leben an ein Werk gesetzt zu haben, das nicht zustande kommen kann, oder wenn es fertig ist, kaum beachtet (wohl aber benutzt) wird". Das klassische Buch hat die geplante Fortsetzung niemals gefunden, trotzdem Steiner noch 1853 an die Redaktion des 2. Teiles dachte.

Die Gesamtausgaben, wie wir sie jetzt von den Schriften einer grössern Zahl deutscher, französischer, englischer und italienischer Mathematiker besitzen, gewähren den grossen Vorteil, dass man die einzelnen Arbeiten nicht mehr mühsam in den Fachzeitschriften, die teilweise schwer zugänglich sind, aufsuchen muss; dazu tritt noch der besondere Reiz, dass man dem Entwicklungsgang des Verfassers im einzelnen folgen kann und zu ihm in ein gewissermassen persönliches Verhältnis tritt. Dies trifft auch bei Cremona zu, um so mehr als durch die dem 3. Bande vorangestellte, von Bertini verfasste Biographie der Zusammenhang der Hauptschriften unter sich und mit den äussern Lebensumständen deutlich zutage tritt. Zur Ergänzung können vorzugsweise die Nachrufe dienen, welche Veronese, Loria und Berzolari (sie sind neben andern bei Bertini zitiert) veröffentlicht haben. Durch diese Darstellungen ist die wissenschaftliche Arbeit und die Stellung Cremona's gegenüber Vorgängern, Zeitgenossen und Nachfolgern ausführlich und sachkundig dargelegt, auch liegt in ihnen eine Fülle von Nachrichten über die Schicksale seiner Jugend und den Aufstieg seines spätern Lebensweges. In der nachfolgenden Besprechung sollen nur einige der hervorragendsten Leistungen Cremona's, soweit dem Berichterstatter ein selbständiges Urteil über dieselben zusteht, hervorgehoben werden; auch die biographischen Notizen sind in möglichst engem Rahmen gehalten.

Die ersten Publikationen Cremona's zeigen, dass er in den damals noch wenig verbreiteten analytisch-geometrischen Methoden von Möbius und Plücker, wie sie durch Salmon auf Grund seiner eigenen und der Cayley'schen Weiterführungen eben in anregenden Lehrbüchern (Conic Sections, Higher plane curves) durchgearbeitet waren, völlig beherrschte. Unter ihnen ragt seine Behandlung der Raumkurven 3. Grades weit hervor; es ist bewunderungswürdig, wie der in den allerbescheidensten, man darf wohl sagen dürftigen Verhältnissen als Gymnasiallehrer in dem weltverlornen Cremona lebende junge[1]) Mathematiker die von Chasles im Novemberheft 1857 des Lionville'schen Journals ohne Beweis veröffentlichten Resultate[2]) systematisch begründet und erweitert. Den beiden Abhandlungen vom Juni und Oktober 1858 liess er zwei neue folgen, vom März 1860 und April 1861 datiert, die eine entschiedene Wendung zur „reinen" Geometrie bezeichnen. In der nämlichen Richtung bewegt sich die 1862 in den Annali di Matematica erschienene Arbeit über die Raumkurven 4. Grades, durch welche eine einzige Fläche 2. Grades geht.

---

[1]) Er ist „alle ore 13" am 7. Dezember 1830 geboren.

[2]) Schon der „Aperçu historique des méthodes en géométrie" (1837) enthält in Note XXXIII Sätze über diese Kurven.

Sie ist ein Meisterstück nach Inhalt und Form, das spätern Untersuchungen über diesen Gegenstand von Bertini, Rohn, Berzolari etc. als Grundlage gedient hat.

Cremona war 1859 nach der Befreiung der Lombardei von der österreichischen Herrschaft durch die italienische Regierung zum Professor am Lyceum St. Alexander in Mailand ernannt worden und 1860 nach Einverleibung der Romagna wurde ihm die neu gegründete Professur für höhere Geometrie an der Universität Bologna übertragen. Damit war er in eine Stellung gelangt, welche ihm die für die wissenschaftliche Tätigkeit so erwünschte freiere Bewegung gewährte; die 7 Jahre in Bologna bilden denn auch die für sein Schaffen fruchtbarste Periode.

Als Hauptergebnisse derselben dürfen zunächst die Einleitung in eine geometrische Theorie der ebenen Kurven und die Grundzüge einer allgemeinen Theorie der Oberflächen in synthetischer Behandlung bezeichnet werden, welche in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Bologna erschienen sind; die Separatabzüge tragen die Jahreszahlen 1862 und 1866. Von besonderer Bedeutung sind die deutschen Ausgaben: „Einleitung“ 1865 und „Grundzüge“ 1870 durch die von Cremona selbst besorgten Zusätze und Berichtigungen, über welche der Herausgeber beiderorts in seinen einleitenden Worten Auskunft gibt. Die hauptsächlichste Bereicherung, welche die Grundzüge erfahren haben, besteht in der Aufnahme der Abhandlung über Flächen 3. Grades, welcher die Berliner Akademie im Jahre 1866 die Hälfte des Steiner-Preises zuerkannt hatte (die andere Hälfte war R. Sturm zugefallen).

Man hat von diesen Lehrbüchern gesagt, dass ihr Inhalt den Titeln insofern nicht entspreche, als die geometrischen Grundlagen derselben auf algebraischen Voraussetzungen beruhen, die nicht durch synthetische Betrachtungen bewiesen sind (und auch nicht in ausreichender Weise bewiesen werden können). Eine besondere Stellung nimmt die in § 2 Nr. 7 der „Einleitung“ gegebene Erklärung projektiver Gebilde[1]) ein, die in der Tat nur zutreffend ist, wenn die Zuordnung entsprechender Elemente eine algebraisch darstellbare ist. Es scheint eben nicht möglich zu sein, die Theorie algebraischer Kurven und Flächen höherer Grade ohne einen starken Zusatz analytischer Entwicklungen befriedigend darzustellen.

Trotz dieser Lücken erfüllen die beiden Bücher eine von Fiedler im Vorwort zum 2. Bande der Übersetzung von Salmon's Raum-

[1]) Sie rührt her von Chasles, Principe de correspondance entre deux objets variables etc. (1855). Culmann hat das Prinzip zu einem „Beweise des Satzes“ vom Parallelogramm der Kräfte benutzt.

geometrie (1865) ausgesprochene Hoffnung: dass die Vollständigkeit des Materials [die ja überhaupt in den Salmonbüchern angestrebt ist] der Wirksamkeit kurzer aber ganz von dem wissenschaftlichen Standpunkt der lebenden Meister geschriebener Lehrbücher den Boden bereiten könne. Mit Recht sagt Nöther: „Es gibt kein zusammenfassendes rein-geometrisches Werk, das einen weitern und tiefern Einfluss auf die Ausbildung der geometrischen Methoden ausgeübt hätte als Cremona's Schriften über die ebenen Kurven und die Flächen — nur vergleichbar dem Einfluss der Salmon'schen Kompendien auf die algebraisch-geometrische Entwickelung."

Zu den hervorragendsten der in Bologna entstandenen Arbeiten gehören die beiden 1863 und 1865 veröffentlichten über die geometrischen Transformationen ebener Figuren. Sie schliessen sich Untersuchungen von Steiner über eindeutige und reciproke Verwandlungen in der Ebene an, bei denen sich zwei Figuren derart entsprechen, dass jedem Punkte der einen im allgemeinen ein und nur ein Punkt der andern zugehört, während eine Gerade sich in einen Kegelschnitt verwandelt. Steiner hat im § 59 der „Systematischen Entwicklung" die „schiefe Projektion" behandelt, durch welche die Gesamtheit der Geraden einer Ebene in ein Kegelschnittnetz mit drei festen Punkten übergeführt wird (wozu sich nach dem Prinzip der Dualität sofort das Gegenstück ergibt).[1]) Cremona studiert die Verallgemeinerung, indem er an die Stelle der Kegelschnitte Kurven n^{ten} Grades und Netze, die aus ihnen gebildet sind, treten lässt. Es erscheinen dann ausgezeichnete Punkte (einfache, resp. mehrfache), die allen Kurven eines solchen Netzes gemein sind und die bei richtiger Zählung der Multiplizität $(n^2 - 1)$ Grundpunkte repräsentieren — zwei Kurven des Netzes haben dann im allgemeinen nur noch einen weitern Punkt gemein. Es wird insbesondere auch gezeigt, dass zu einem solchen Netze mit Hülfe seiner Jacobiana ein verwandtes (konjugiertes) gefunden werden kann. — Es ist später von Andern bewiesen worden, dass alle diese sogenannten Cremona-Transformationen sich auf wiederholte Anwendung des Falles $n = 2$ zurückführen lassen.

Neben der „höhern" Geometrie vertrat Cremona während 6 Jahren (1861—67) auch die „darstellende". Schon damals lagen Versuche vor, die beiden Gebiete in die naturgemässe innere Verbindung zu bringen: in Italien von Bellavitis (1851), in Deutschland von Pohlke[2])

---

[1]) In dem oben zitierten Briefe an Jacobi spricht Steiner auch von den Beziehungen dieses § 59 zu den damit zusammenhängenden Arbeiten von Magnus.

[2]) In einer Notiz Steiners, datiert Paris, 3. August 1853, über das „Was im Winter 1853/54 auszuarbeiten ist", heisst es: „Avec M. Polqués eine Géométrie déscriptive". Das Pohlke'sche Buch ist aber durchaus selbständig geschrieben.

(1860), und für eine solche Vereinigung war Cremona in hervorragender Weise begabt. Er selbst wies später darauf hin, dass die von ihm ausgeführten Grundgedanken auch dem vorzüglichen Werke Fiedlers (1871), zu welchem dessen Verfasser schon seit 1859 einzelne Vorarbeiten hatte erscheinen lassen, das Gepräge geben.

Cremona wurde im Oktober 1867 auf den Vorschlag des Direktors Brioschi mit dem Kurs über höhere Geometrie an dem höhern technischen Institut in Mailand betraut, wo er die neuen graphischen Methoden der Ingenieurwissenschaften, wie sie Culmann geschaffen hatte, vertreten sollte. Aus dieser Aufgabe entsprang die Abhandlung über die reciproken Figuren in der graphischen Statik (1872). Culmann hat sich in der Vorrede zur 2. Auflage der graphischen Statik über die Fortschritte ausgesprochen, welche diese Wissenschaft seit dem Erscheinen der ersten gemacht habe: „Unstreitig fand sie in Italien den günstigsten Boden. Dort hat sie Cremona am Mailänder Polytechnikum eingeführt und zwar in einer hohen Auffassung; er betrachtete sie nicht bloss als praktisches Hülfsmittel, um in gewissen Fällen einige Rechnungen zu ersparen, sondern als den Abschluss der geometrisch-statischen Bildung junger Ingenieure". Weiterhin folgt eine Vergleichung der Cremona'schen Ableitung der reciproken Figuren aus dem Nullsystem mit derjenigen Maxwell's aus den Polareigenschaften des Rotationsparaboloids, die wesentlich zugunsten der erstern ausfällt.[1])

Zur gründlichen Einführung in die graphischen Methoden hat Cremona für die vorbereitenden technischen Institute Italiens Elemente der projektiven Geometrie geschrieben (1873; mit einer stellenweise sehr temperamentvollen Vorrede), denen er Elemente des graphischen Calculs (1874) folgen liess, welche ebenfalls für diese Schulen bestimmt waren. Die beiden Schriften sind in Rücksicht auf ihre besondere Bestimmung nicht in die Gesamtausgabe aufgenommen worden.

Trotz dieser Ablenkungen fand Cremona während seines Mailänder Aufenthaltes immer noch Zeit sich denjenigen wissenschaftlichen Problemen zu widmen, die ihm vor allem am Herzen lagen. Von diesen seien hier die Untersuchungen über die Abbildung algebraischer Flächen erwähnt. Schon in der Berliner Preisschrift (8. Kapitel) findet sich als klassisches Beispiel die Abbildung der Fläche 3. Grades auf die Ebene. Weitere Beispiele sind im 4. Band

---

[1]) Es sei immerhin darauf hingewiesen, dass sich Hauck in dem Aufsatz über die reciproken Figuren der graphischen Statik (Crelle, Bd. 100, pag. 365) mit Beziehung auf die Polemik Culmann's gegen Maxwell sehr anerkennend über diesen ausspricht.

der Mathematischen Annalen gegeben, dann in Abhandlungen über die rationalen Raumtransformationen, wobei nun wieder wie in den frühesten Arbeiten mannigfach analytische Hülfsmittel zugezogen sind.

Cremona wurde zu einer ganz neuen Tätigkeit berufen, als er 1873 nach Rom übersiedelte, wo er die alte päpstliche Ingenieurschule in ein modernes Polytechnikum umgestalten, die Direktion desselben führen und zugleich als Professor der graphischen Statik wirken sollte. Damit war seine eigenste wissenschaftliche Tätigkeit, wenn auch nicht völlig abgebrochen, doch aufs schwerste gestört. Und als er 1877 den Lehrstuhl der graphischen Statik am Polytechnikum mit demjenigen der höhern Mathematik an der Universität Rom vertauschte, in der Meinung, wieder freier über seine Zeit verfügen zu können, bannten ihn die schwierigen staatlichen Aufgaben des nun geeinigten Italiens immer mehr in ihren Kreis.

Schon der 17jährige Jüngling hatte durch seine Teilnahme an dem Freischarenzug gegen die österreichische Herrschaft in Venedig seinen patriotischen Mut bewiesen; die Gewissenhaftigkeit und Tüchtigkeit des Soldaten wurden durch die Beförderung vorerst zum Korporal, dann zum Sergeanten anerkannt. Aber eine grössere Kraftprobe auf seinen innern Wert hatte er zu bestehen, als nach dem unglücklichen Feldzuge er nun seine Studien unter dem alten Bedrücker durchzuführen hatte, während von diesem, dem er feindlich gegenüberstand und der ihm misstraute, seine Zukunft abhängig schien. Was er in der Zeit von 1848 bis 1859 seelisch gelitten, klingt sogar in der Schlussbemerkung zu der Rezension eines geometrischen Schulbuches (Mai 1860) wieder: „Jetzt, wo uns das Fremdjoch nicht mehr auf dem Nacken liegt, um uns die allerelendesten Textbücher aufzuzwingen, die unsere Schulen überschwemmt haben, wäre auch die Zeit gekommen, gewisse mathematische Schundbücher ins Feuer zu werfen". Und dann, welch stolzes Gefühl des Aufstiegs eines neuen Vaterlandes am Schluss seiner Eröffnungsvorlesung in Bologna (November 1860) in dem Appell an seine Zuhörer: „Die militärischen und wissenschaftlichen Studien werden Euch zu Helfern der Grösse unseres Italiens machen, das in den Verband der mächtigen und freien Nationen eintritt, mit einer einzigen Hauptstadt, Rom, einem einzigen König, Victor Emanuel, mit einem einzigen und grössten Helden, Garibaldi".

Durch seine Berufung in den Senat (1879) eröffnete sich ihm eine grössere parlamentarische Tätigkeit, deren Pflichten er auch dann, wenn sie zeitraubender Natur waren und Gegenstände betrafen, die ihm ursprünglich ferne lagen, mit peinlichster Gewissenhaftigkeit erfüllte. Das Vertrauen, das er sich dadurch erwarb, kam zum Aus-

druck in seiner Wahl zum Vizepräsidenten, in welcher Stellung er während zwei Jahren den erkrankten Präsidenten zu ersetzen und die Arbeiten der Körperschaft zu leiten hatte. Aber im Mittelpunkt seiner Interessen standen wie im Lehramt nun auch in der staatsmännischen Stellung die Fragen des Unterrichtswesens. So ist es verständlich, dass, als nach dem Sturze Benedetto Cairoli's die Bildung eines neuen Ministeriums an Quintino Sella übertragen wurde, dieser sich an Cremona wandte, um ihn als Unterrichtsminister zu gewinnen. Doch die Sache zerschlug sich:[1]) Universität und Polytechnikum hatten das Glück, ihren ausgezeichneten Professor, ihren tatkräftigen Direktor behalten zu dürfen.

Der Mann, der in so mannigfachen Richtungen die Befähigung zur obersten Leitung der Unterrichtsverwaltung dargetan hatte, gelangte erst in seinem 68. Lebensjahre, am 1. Juni 1897 auf diesen Posten, begrüsst von der Hoffnung der Freunde, dass sein Eintritt in das Ministerium die Eröffnung einer schöpferischen Periode bedeuten werde. Aber am 29. desselben Monats fiel das Ministerium und Cremona kehrte zu seinen gewohnten Arbeiten zurück, die ja mannigfach genug ihn für den Rest seines Lebens in Anspruch nahmen. Am 10. Juni 1903 ist er gestorben.

Die Gesamterscheinung des Dahingegangenen ist von seinen Landsleuten in den ihm gewidmeten Gedächtnisreden und biographischen Aufsätzen so einlässlich und so zutreffend geschildert worden, dass ein Fremder nur wenige Züge herausheben und durch seine Erinnerungen bestätigen und beleuchten kann. Hier mag an ein Urteil angeknüpft werden, das der Historiker Ranke in einem Tagebuchblatt vom 26. September 1873 über den Minister Minghetti fixiert hat: „Im vollen Besitze der europäischen Bildung; einer von den Italienern, wie sie Friedrich der Grosse liebte". Wer mit Cremona längere Zeit verkehrte, so dass unter den Zufälligkeiten des Gespräches nach und nach die bleibenden Züge hervortraten, erkannte auch ihm den vollen Besitz der europäischen Bildung zu. Und der bedeutende Eindruck, den man von seinen vielseitigen, selbständig durchgearbeiteten Kenntnissen sowie von seinen reichen Erfahrungen empfing, wurde durch die Kraft und Klarheit der Gedanken erhöht, mit denen er sie in den Dienst des wiederaufzubauenden Vaterlandes stellte. Gegenüber dieser idealen Auffassung konnte das Bedauern, ihn von der Wissenschaft abgelenkt zu sehen, nicht standhalten.

Es ist bemerkenswert, dass Cremona, der im persönlichen Verkehr frei von jeder Pedanterie und Rechthaberei war, in der Organi-

[1]) Das Ablehnungsschreiben Cremona's findet sich in dem oben zitierten Nekrolog Bertini's.

sation des höhern Unterrichtes an einer strengen Ordnung der Studien festhielt.[1]) Die neuen Generationen sollten zu ernster Pflichterfüllung angeleitet werden, und er hat gerade an diejenigen, an deren Schicksal er einen besondern persönlichen Anteil nahm, einen strengen Masstab gelegt. In dieser Gesinnung mag er in seiner Denkrede (vom 10. Juni 1900) Beltrami's „ehrenhafte und reine Seele" als Gegenbild aufgestellt haben zu dem Gedränge der Postulanten an den Türen des Ministeriums und des höhern Unterrichtsrates. Und so wird er nicht nur als ein Mann der Wissenschaft von europäischer Wirkung fortleben, sondern auch als einer der Führer Italiens auf dem Wege, der durch unermüdliche Arbeit und selbstlose Hingabe zu dauernden Erfolgen und glorreichen Zielen führt.

Küsnacht (Zürich), 17. April 1917.

[1]) Bei einem gelegentlichen Aufenthalt in Zürich hat er sich auch gegenüber dem damaligen Leiter des eidg. Polytechnikums (Kappeler) ausführlich in dieser Richtung ausgesprochen. In dem grossen Bericht über die Reorganisation der Anstalt (von 1879) wird Cremona ausdrücklich zitiert.

Die Sterblichkeit an Tuberkulose und an Krebs in der Stadt Zürich 1896—1915.

Von

W. Silberschmidt.

(Als Manuskript eingegangen am 30. April 1917.)

Ausschlaggebend für die Beurteilung des Gesundheitszustandes eines Landes, einer Stadt oder einer Berufsklasse ist die Zahl der Krankheits- und der Todesfälle. Über die Statistik der Erkrankungen sind wir im allgemeinen recht ungenügend informiert, da die Anzeigepflicht nur für eine geringe Zahl von Infektionskrankheiten eingeführt ist. Viel genauer sind die Angaben über die Sterblichkeit; die vom Bunde, von Kantonen und von den grössern schweizerischen Städten geschaffenen statistischen Ämter haben auch für das Studium hygienischer Fragen wertvolles Material zusammengestellt. Es sei mir gestattet, an dieser Stelle dem Direktor des statistischen Amtes der Stadt Zürich, Herrn Dr. Thomman, für seine tatkräftige Unterstützung, die mir die vorliegende Arbeit ermöglicht hat, meinen besten Dank auszusprechen. Fräulein G. und H. Grimm hatten die Freundlichkeit, zeitraubende Zusammenstellungen zu übernehmen; ihnen gebührt ebenfalls mein Dank.

Die Bedeutung einer Erkrankung können wir nicht allein nach der Zahl der Todesfälle beurteilen. Die Sterblichkeit ist abhängig von der Zahl der der Erkrankung ausgesetzten Lebenden, von der Zahl der Erkrankungen und von der Gefährlichkeit des Leidens; alle drei Faktoren müssen Berücksichtigung finden. Wenn zum Beispiel seit Kriegsbeginn die absolute Zahl der Todesfälle im Säuglingsalter abgenommen hat, so müssen wir damit rechnen, dass auch die Geburtenzahl sehr stark zurückgegangen ist, und erst der Vergleich beider Faktoren gestattet ein sicheres Urteil.

Aufgabe der Hygiene ist es, dafür zu sorgen, dass die Erkrankungsgefahr und dass die Zahl der Erkrankungen abnehmen; der ärztlichen Kunst fällt die andere Aufgabe zu, die Erkrankten zu heilen.

Die Stadt Zürich gilt mit Recht als eine gesunde Stadt. Die Sterblichkeit, die in den Siebenzigerjahren des letzten Jahrhunderts

noch 21—25‰ der Lebenden betrug, ist im letzten Jahrzehnt auf 12 und in den letzten Jahren auf 10—11‰ gesunken. In dieser Beziehung nimmt Zürich neben Basel einen sehr günstigen Platz ein. Der Grund für die bedeutende Verminderung der Zahl der Todesfälle liegt vor allem in der Abnahme der vermeidbaren Krankheiten. Hiezu gehören in erster Linie die Infektionskrankheiten und die Magen-Darmstörungen des Säuglingsalters. Wir wissen, dass der Abdominaltyphus dank den Fortschritten auf dem Gebiet der Trinkwasserversorgung und der Kanalisation bedeutend abgenommen hat; seit 1884 ist in der Stadt Zürich keine grössere Typhusepidemie mehr aufgetreten. Sehr günstig ist in den letzten Jahren die Säuglingssterblichkeit beeinflusst worden; von 100 Lebendgeborenen sterben nicht mehr 25 oder 30, sondern nicht einmal 10 Kinder im ersten Altersjahr. Die häufigsten Todesursachen der letzten Jahre sind die Lungentuberkulose, die Erkrankungen der Herz- und der Atmungsorgane und die bösartigen Geschwülste. Im nachfolgenden werden wir uns mit der Tuberkulose und mit dem Krebs befassen; erstere zeigt in den letzten Jahren eine erfreuliche stete Abnahme; einstweilen können wir aber eine gleiche Abnahme beim Krebs noch nicht deutlich erkennen.

Für die nachfolgende Bearbeitung sind ausschliesslich diejenigen Fälle berücksichtigt worden, bei welchen Tuberkulose oder Krebs als hauptsächliche Todesursache angeführt werden; die übrigen Todesfälle, bei welchen diese Krankheiten als Nebenbefunde verzeichnet sind, fanden keine Berücksichtigung. Wir haben uns auf die letzten 20 Jahre beschränkt, da wir annehmen dürfen, dass für diese Zeit die Todesursachen, die fast alle ärztlich bescheinigt werden, in der grossen Mehrzahl der Fälle richtig angegeben sind, was für frühere Perioden nicht der Fall wäre.

Tuberkulose. In den 20 Jahren 1896—1915 sind in Zürich 8168 Menschen an Tuberkulose gestorben. In dieser Zahl sind sowohl die Fälle von Lungentuberkulose als die sonstigen Lokalisationen des Tuberkelbazillus inbegriffen. Es sei daran erinnert, dass die Lungentuberkulose die Hauptmasse der Tuberkulosetodesfälle bei Erwachsenen ausmacht, dass hingegen im Alter bis zu 15 Jahren die anderen Formen der Tuberkulose (Hirnhautentzündung, Knochenfrass, allgemeine Tuberkulose usw.) zwei- bis dreimal mehr Todesfälle bedingen. Von den 8168 Todesfällen sind

5981 Fälle als Lungentuberkulose,
2187 „ „ sonstige Tuberkulose

gemeldet worden. Die Verteilung dieser Todesfälle ist keine ganz

Tabelle 1.

Sterbefälle an Krebs und Tuberkulose in der Stadt Zürich 1896—1915.

(Nach der Tabelle der Jahresbearbeitung.)

Jahre	Krebs			Tuberkulose		
	männlich	weiblich	zusammen	männlich	weiblich	zusammen
1896	73	85	158	230	171	401
1897	62	95	157	225	220	445
1898	67	96	163	249	214	463
1899	70	106	176	240	177	417
1900	88	83	171	271	226	497
1901	72	86	158	227	212	439
1902	68	95	163	209	192	401
1903	78	100	178	220	219	439
1904	75	95	170	225	202	427
1905	74	107	181	240	241	481
1896/1905	727	948	1675	2336	2074	4410
1906	79	98	177	198	210	408
1907	77	110	187	217	183	400
1908	81	97	178	218	208	426
1909	99	127	226	189	202	391
1910	97	105	202	205	193	398
1911	100	105	205	160	192	352
1912	120	131	251	184	156	340
1913	92	144	236	178	188	366
1914	123	127	250	175	176	351
1915	104	130	234	165	161	326
1906/1915	972	1174	2146	1889	1869	3758
Total	**1699**	**2122**	**3821**	**4225**	**3943**	**8168**

gleichmässige. Es sind 4225 männliche und nur 3943 weibliche Personen der Tuberkulose zum Opfer gefallen; daraus geht hervor, dass die männliche Bevölkerung etwas häufiger an Tuberkulose stirbt als die weibliche.

Ein Vergleich zwischen den ersten und den zweiten 10 Jahren unserer Zusammenstellung ergibt eine deutliche Abnahme, 1896 bis 1905 sind 4410, 1906—1915 nur noch 3758 Personen der Tuberkulose erlegen. Da während dieser Zeit eine Zunahme der Gesamtbevölkerung eingetreten ist, ist die relative Abnahme noch grösser. Die Zahl der Tuberkulosetodesfälle ist für beide Geschlechter in Abnahme begriffen; immerhin ist erwähnenswert, dass diese Abnahme etwas stärker bei der männlichen als bei der weiblichen Bevölkerung ist;

die Zahl ist bei ersterer von 2336 auf 1889 (Abnahme 447) zurückgegangen, beim weiblichen Geschlecht von 2074 auf 1869 (Abnahme 205). Die Tuberkulose befällt alle Altersgruppen und fordert die grösste Zahl ihrer Opfer im jugendlichen und im vollkräftigen Alter, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht.

Von 1000 Lebenden der einzelnen Altersklassen sind an Tuberkulose gestorben:

Alter bis	1 Jahr	1–15	15–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–70	üb. 70 J.
1896—1905	4, 72	1, 87	2, 02	2, 54	3, 22	3, 71	4, 46	5, 49	4, 41
1906—1915	3, 09	1, 04	1, 60	1, 72	2, 04	2, 53	3, 11	3, 96	3, 87

Im ganzen sind die Tuberkulosetodesfälle von 2, 03 auf 1, 97 auf 1000 Lebende zurückgegangen.

Noch deutlicher tritt die Besserung der Verhältnisse hervor, wenn wir die Tuberkulose mit den übrigen Todesursachen vergleichen. Im Alter bis zu 1 Jahr sind zirka 3 % aller Todesfälle Tuberkulose, im Alter von 15—30 aber über 50 %. Das Nähere ist aus Tabelle 2 ersichtlich. Die grösste Zahl der Tuberkulosetodesfälle fällt noch immer in die besten Jahre. Es sei aber auch darauf aufmerksam gemacht, dass nicht nur die jugendlichen, sondern dass auch die höhern Altersklassen ziemlich viele Tuberkulosetodesfälle aufweisen. Die Abnahme der Sterblichkeit im Jahrzehnt 1906—1915 gegenüber 1896—1905 ist am geringsten im Alter von 15—20 Jahren. In diesem Alter hat die absolute Zahl sogar etwas zugenommen (285 gegen 266). Dies zeigt uns, dass wir der Bekämpfung der Tuberkulose im Kindesalter noch immer besondere Aufmerksamkeit schenken müssen.

Die Ursache der Tuberkulose ist in dem 1882 von Robert Koch entdeckten Tuberkelbazillus zu erkennen. Diese Infektionskrankheit zeigt uns wohl aber am deutlichsten, dass neben dem Krankheitserreger noch eine ganze Anzahl von andern Momenten beim Auftreten und namentlich auch im Verlauf der Tuberkulose zu berücksichtigen sind.

Auch in der Stadt Zürich ist die Verteilung der Tuberkulosetodesfälle keine gleichmässige. Es konnte nachgewiesen werden, dass diese Seuche in den dicht bebauten, hygienisch ungünstigeren Teilen der Stadt Zürich nicht nur absolut, sondern auch im Vergleich zur Einwohnerzahl mehr Todesfälle verursacht. Ebenso wurde festgestellt, dass die einzelnen Berufe eine verschiedene Tuberkulosesterblichkeit aufweisen. Deutlich ist ferner der Unterschied zwischen

Tabelle 2.

Stadt Zürich 1896/1915.

Todesfälle an Tuberkulose und an Krebs nach Altersklassen in ihrem Verhältnis zur Gesamtzahl der Sterbefälle.

Alter	Gesamtzahl der Todesfälle			Tuberkulose			% d. ges. Todesfälle	Krebs			% d. ges. Todesfälle
	männl.	weibl.	zus.	männl.	weibl.	zus.		männl.	weibl.	zus.	
0—1	6058	4672	10730	157	133	290	2, 7	—	—	—	—
1—15	2117	2131	4248	502	646	1148	27, 0	—	—	—	—
15—20	507	541	1048	197	354	551	52, 6	—	—	—	—
20—30	1659	1536	3195	758	838	1596	49, 9	12	20	32	1, 0
30—40	2120	1685	3805	849	679	1528	40, 8	67	107	174	4, 6
40—50	2691	1805	4496	781	433	1214	27, 0	244	334	578	12. 9
50—60	3194	2338	5532	582	358	940	17, 0	512	528	1040	18, 8
60—70	3029	3380	6409	317	331	648	10, 1	537	621	1158	18, 1
über 70	2741	4323	7064	82	171	253	3, 6	293	490	783	11, 1
Summe	24116	22411	46527	4225	3943	8168		1665	2100	3765	

Selbständigen und Angestellten in den einzelnen Berufen. Die Selbständigen gehen seltener und durchschnittlich in einem späteren Altersjahr an Tuberkulose zugrunde als die Arbeiter.

Es erschien uns nicht uninteressant, die Tuberkulosesterblichkeit in der Stadt Zürich noch nach einer andern Richtung hin zu untersuchen. Wir wählten die Heimatsangehörigkeit der Verstorbenen.

Im Vergleich zur Gesamtsterblichkeit beträgt die Mortalität an Tuberkulose bei den Stadtbürgern 15, 5 %, bei den im Kanton Zürich Heimatberechtigten 18 %, bei den übrigen Schweizern 19 %. Aus diesen Zahlen geht hervor, dass die Stadtbürger die geringste Tuberkulose-Sterblichkeit aufweisen, wahrscheinlich weil sie auch im allgemeinen unter günstigeren sozialen Bedingungen leben.

Die in Zürich wohnenden Ausländer zeigen eine Gesamtsterblichkeit an Tuberkulose von 17 %, und zwar die aus dem deutschen Reich Stammenden 16 %, die Österreicher 20 % und die Italiener 14 %. Am niedrigsten ist somit die Zahl der an Tuberkulose gestorbenen Italiener. Ein direkter Vergleich zwischen Schweizern und Ausländern ist nicht statthaft, da, wie uns der Aufbau der Bevölkerung ergibt, viel weniger Ausländer in den höhern Altersklassen in der Stadt Zürich leben als Einheimische. Die geringe Zahl der an Tuberkulose gestorbenen Italiener dürfte zum Teil auch der Beschäftigung im Freien zuzuschreiben sein.

Das Resultat dieser Untersuchung ist immerhin erfreulich, indem es uns zeigt, dass die in der Stadt Zürich lebenden Ausländer,

Tabelle 3.

Stadt Zürich 1896—1915.

Todesfälle an Tuberkulose und an Krebs nach Heimatsgruppen.

	Gesamtzahl der Todesfälle			Tuberkulose			% der Todesfälle	Krebs			% der Todesfälle
	männl.	weibl.	zus.	männl.	weibl.	zus.		männl.	weibl.	zus.	
Stadtzürcher	5927	5421	11348	961	836	1797	15, 5	644	710	1354	12
Übrige Kantonsbürger	4680	4723	9403	908	778	1686	18	353	473	826	8, 8
Übrige Schweiz	6803	6319	15122	1268	1281	2539	19	416	527	943	7, 7
Ganze Schweiz	17410	16463	33873	3127	2895	6022	17, 8	1413	1700	3123	9, 2
Deutsches Reich	4106	3914	8020	685	683	1368	16	197	303	500	6, 2
Österreich-Ungarn	864	680	1544	173	138	311	20	40	44	84	5, 4
Italien	1314	1029	2343	166	171	337	14	30	35	65	2, 7
Übriges Ausland	388	316	700	74	56	130	18	19	30	49	7
Ausland	6672	5939	12611	1098	1048	2146	17	286	412	698	5, 5

worunter auch viele weniger gut besoldete Arbeiter sich befinden, im allgemeinen keine ungünstigeren Verhältnisse bieten als die Schweizer. Von der Berücksichtigung der Altersgruppen haben wir abgesehen, da die Zahlen für ein abschliessendes Urteil zu klein gewesen wären.

Krebs. 1896—1915 sind in der Stadt Zürich 3821 Todesfälle gemeldet worden, bei denen Krebs als Hauptursache bezeichnet wurde; die Zahl betrug 1896—1905 1675; 1906—1915 2146. Im Gegensatz zur Tuberkulose ist hier eine Zunahme der absoluten Zahl der jährlich gemeldeten Todesfälle etwa 160—180, in den letzten Jahren 230—250. Aus diesen Zahlen wäre man leicht geneigt anzunehmen, dass die Erkrankungen an Krebs in Zunahme begriffen sind. Diese Annahme ist aber zurzeit nicht bewiesen. Man darf nicht vergessen, dass jetzt die Patienten den Arzt häufiger und früher aufsuchen, als in früheren Jahren, weil sie wissen, dass der Krebs bei frühzeitiger Behandlung eher günstig beeinflusst werden kann. Die Diagnose Krebs wird heute auch mit grösserer Sicherheit gestellt als vor 20 Jahren. Wenn wir die Zahl der an Krebs Gestorbenen mit der Zahl der Lebenden der einzelnen Altersgruppen vergleichen, so beobachten wir, dass keine merkliche Zunahme eingetreten ist.

Die Krebserkrankungen bedingen in der Stadt Zürich, wiederum im Gegensatz zur Tuberkulose, eine etwas grössere Sterblichkeit beim weiblichen Geschlecht. Der Unterschied ist allerdings kein grosser, aber er ist konstant.

Ein weiterer Unterschied von allergrösster Bedeutung ist die Verteilung der Todesfälle nach dem Alter. Wir haben gesehen, dass das jugendliche und das vollkräftige Alter am meisten von Tuber-

kulose heimgesucht wird, der Krebs hingegen befällt hauptsächlich die höheren Altersklassen. Bis zum zurückgelegten 20. Lebensjahr ist kein einziger Fall und die Zahl steigt nur allmählich, um in den letzten Altersklassen allerdings ihr Maximum zu erreichen. Wie aus Tab. 2, S. 464 ersichtlich, sind im Alter von 20—30 Jahren nur 1 %, im Alter von 50—70 Jahren hingegen 18 % sämtlicher Todesfälle als Krebserkrankungen eingetragen. Die Verteilung in den zwei Altersgruppen von 20—50 Jahren und von 50 und darüber dürfte uns über die soziale Bedeutung dieser Krankheit und über das Verhältnis in den Jahren 1896—1905 und 1906—1915 am besten orientieren. (Tabelle 4.)

Tabelle 4.

Stadt Zürich 1896—1915.

Todesfälle an Krebs nach Altersgruppen.

	1896—1905			1906—1915		
	männl.	weibl.	zus.	männl.	weibl.	zus.
20—30 Jahren	5	11	16	7	9	16
30—40 „	33	54	87	34	53	87
40—50 „	116	169	285	128	165	293
	154	234	388	169	227	396
50—60 Jahren	219	228	447	293	300	593
60—70 „	208	267	475	329	354	683
über 70 „	112	197	309	181	293	474
	539	692	1231	803	947	1750

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass in den früheren Altersklassen die Krebserkrankungen bei Frauen häufiger vorkommen als bei Männern. Wir erkennen ferner, dass für die Altersgruppe von 20—50 Jahren kein deutlicher Unterschied zwischen 1896—1905 und 1906—1915 besteht. Unter Berücksichtigung des Bevölkerungszuwachses ist für diese Altersklassen eine erfreuliche, deutliche Abnahme der relativen Krebssterblichkeit nachzuweisen. Anders für die drei oberen Altersklassen; hier ist im Gegenteil eine absolut und relativ deutliche und ziemlich starke Zunahme der Todesfälle an Krebs eingetreten, von 1231 ist die Zahl auf 1750 gestiegen. Dieser Zuwachs ist auf zwei Ursachen zurückzuführen, einerseits auf die infolge günstigerer Lebensverhältnisse erst in höherem Alter eintretende Erkrankung, anderseits auf die durch diese günstigeren Lebensbedingungen erfolgte Änderung im Aufbau der Bevölkerung, d. h. auf die Zunahme der Zahl der älteren Leute.

Wie schon vorhin erwähnt, ist es notwendig, für die Beurteilung der Krebssterblichkeit im allgemeinen und namentlich auch für das Verhältnis nach Heimatgruppen den Aufbau der Bevölkerung d. h. die Zahl der Lebenden in den einzelnen Altersgruppen genauer zu studieren. Wir wollen uns hier damit begnügen darauf hinzuweisen, dass im Alter bis zu 10 Jahren die Stadtbürger am wenigsten, 143 auf 1000, die Schweizer und die Ausländer 175—186 ‰ Bewohner aufweisen. Infolge der Einwanderung sind die Ausländer in den Altersgruppen von 20—40 Jahren verhältnismässig viel stärker vertreten als die Stadtbürger und sogar auch als die übrigen Schweizer. Umgekehrt sind die übrigen Altersklassen durch eine viel grössere Zahl von Stadtbürgern als von Ausländern ausgezeichnet.

So waren 1910 von 1000 Heimatberechtigten der einzelnen Gruppen im Alter von 50 Jahren und darüber

Stadtbürger	235, 3	Reichsdeutsche	82, 4
Übrige Kantonsbürger	160, 8	Österreicher	74, 4
Übrige Schweizer . .	116, 7	Italiener	72, 4

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dass unter den in Zürich wohnenden Stadtbürgern zweimal mehr Einwohner über 50 Jahre alt sind als unter den Schweizern und sogar dreimal mehr als unter den Ausländern.

Betrachten wir die Sterblichkeit an Krebs nach Heimatsgruppen, so erhalten wir die grössten Zahlen bei den Stadtbürgern sowohl in bezug auf die Todesfälle überhaupt als bei Berücksichtigung der Lebenden in den einzelnen Altersgruppen. Es sind 12% aller Todesfälle bei Stadtbürgern auf Krebs zurückzuführen. Die Zahl sinkt auf 6% bei Deutschen und Österreichern und sogar auf 3% bei den Italienern. Bei den Schweizern machen die Todesfälle an Krebs 9%, bei den Ausländern etwa 5% der Gesamtsterblichkeit aus.

Nach dem weiter oben Mitgeteilten ist der eine und wohl der wichtigste Grund für diese ungleichmässige Verteilung in dem so verschiedenartigen Aufbau der Bevölkerung zu erblicken. Da wir gesehen haben, dass die grosse Mehrzahl der Krebstodesfälle im höhern Alter vorkommt, wird es uns nicht mehr wundern, dass die Stadtzürcher, welche viel mehr Vertreter in dieser Altersgruppe haben als die übrigen Bewohner unserer Stadt, auch eine grössere Krebssterblichkeit aufweisen.

Über die Ursache des Krebses sind wir noch nicht genügend informiert. Wir wissen nur, dass die Stadt Zürich und die Nordostschweiz mit am stärksten befallen sind und dass die Krebssterblichkeit in Zürich grösser ist als zum Beispiel in London und New York.

Dass der Beruf und die Lebensgewohnheiten auch eine Rolle spielen, ist bekannt. Nicht uninteressant ist die Verteilung der Krebserkrankungen nach den einzelnen befallenen Organen. In Zürich sind wie in der übrigen Schweiz an erster Stelle die Verdauungsorgane zu nennen, bei den Frauen spielen daneben die Krebserkrankungen von Brust, Gebärmutter und Eierstock eine nicht unwesentliche Rolle. 1906—1915 haben die Todesfälle an Krebs gegenüber 1896—1905 ziemlich gleichmässig zugenommen: der Krebs der Speiseröhre von 155 auf 203, der Magenkrebs von 645 auf 775, der Gebärmutterkrebs von 200 auf 229, der Brustkrebs von 94 auf 162 und die übrigen Krebsformen von 581 auf 783. Die Zahlen bei den einzelnen Heimatsgruppen sind zu klein, um einen Vergleich zu gestatten; es sei nur die Zunahme des Magen- und namentlich des Speiseröhrenkrebses bei den Stadtbürgern hervorgehoben, währenddem diese Zunahme bei den andern Gruppen nicht im gleichen Masse zu beobachten ist. Die verhältnismässige Zunahme des Brustkrebses bei Frauen lässt sich möglicherweise damit erklären, dass infolge des höheren Durchschnittsalters mehr Frauen überhaupt dem Krebs erliegen. Der Krebs der Gebärmutter zeigt diese starke Zunahme nicht; er tritt eher im früheren Alter auf.

Die hier mitgeteilten Ergebnisse einiger statistischer Zusammenstellungen haben uns gezeigt, wie wichtig es ist, die einzelnen Zahlen möglichst zu analysieren. Wir haben gesehen, wie gross der Unterschied zwischen zwei Erkrankungen ist, welche beide einstweilen zu den häufigsten Todesursachen gerechnet werden müssen, und wir haben versucht, einige Momente herauszugreifen, die diesen Unterschied erklären.

Die günstigen Resultate der Tuberkulosebekämpfung lassen sich einerseits auf die Besserung der allgemeinen hygienischen Massnahmen zurückführen, daneben aber auch auf die zielbewusste Bekämpfung, wie sie durch Errichtung der Lungenheilstätte, durch Einführung der Fürsorgestellen, der Ferienkolonien, der Waldschule und anderer ähnlichen Bestrebungen eingeleitet worden ist. Der frühen Erkennung des Leidens und der möglichst bald einsetzenden Behandlung kommt die grösste Bedeutung zu; die Erfolge der Behandlung der Tuberkulösen sind nicht nur für den Kranken und für seine Umgebung, sie sind auch für die Allgemeinheit von allergrösster Bedeutung. Wir müssen auf dem eingeschlagenen Weg weiter wirken und namentlich auch die Ansteckungsgefahr und die Bekämpfung im Kindesalter im Auge behalten.

Die Resultate unserer Untersuchungen über Krebssterblichkeit haben kein so befriedigendes Resultat ergeben. Ob es uns gelingen wird, die Krebserkrankungen zu verbannen, bleibe dahingestellt. Bei

der Krebsbekämpfung liegt unsere Hauptaufgabe darin, die Erkrankungen und die Todesfälle im frühen vollkräftigen Alter zu verhüten. Hiezu ist notwendig eine möglichst baldige Erkennung und Behandlung des Leidens und die Befolgung allgemein hygienischer Verhaltungsmassnahmen. Für das höhere Alter ist der Krebs eine häufige Todesursache und wird es wahrscheinlich auch bleiben. Unsere Aufgabe muss aber doch darin bestehen, auch hier alle uns zur Verfügung stehenden Mittel anzuwenden, um das Leiden zu verhüten, oder wenn es einmal zur Erkrankung gekommen ist, um durch frühzeitig eingeleitete Behandlung eine Heilung anzustreben. — Wir wollen hoffen, dass die wissenschaftliche Forschung in Bälde uns die Waffen in die Hand geben werde, um auch den Krebs zielbewusst und erfolgreich zu bekämpfen.

Unsere alten Zürcher Witterungsregister.

Von

J. Maurer.

(Hiezu Tafel XII.)

(Als Manuskript eingegangen am 1. Mai 1917.)

In dem Jahre, da die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft unserer Stadt zum siebentenmal die Ehre ihres Besuches schenkt, mag es wohl passend erscheinen, an dieser Stelle einen kurzen Rückblick auf die Anfänge jener Bestrebungen zu werfen, welche die allerersten, bescheidenen Vorläufer für die nachmaligen regelmässigen meteorologischen Aufzeichnungen bildeten, denen dann in späterer Zeit gerade unsere Schweizerische Naturforschende Körperschaft ihre fruchtbringende Tätigkeit jahrzehntelang gewidmet hat.[1])

Fast von selbst drängt es sich uns auf, in der Entwicklungsgeschichte der meteorologischen Beobachtungen drei voneinander deutlich getrennte Perioden zu unterscheiden. Die erste derselben dürfte nach vielfachen sorgfältigen Untersuchungen wohl bis ins Altertum zurückgehen und über das Mittelalter hinaus bis etwa zum Beginn des 15. Jahrhunderts reichen. Sie bietet aber meist nur vereinzelte meteorologische Wahrnehmungen, denen die Regelmässigkeit fast vollständig abgeht. Mit der zweiten Periode beginnen die systematischen meteorologischen Beobachtungen, welche Tag für Tag, bisweilen in noch kürzeren Zwischenräumen, regelmässig fortgeführt werden. Erhöhte Bedeutungen erlangen diese jedoch erst nach Erfindung der notwendigsten und wichtigsten Instrumente, so dass man etwa um die Mitte des 17. Jahrhunderts die dritte Periode, d. h. die der systematischen instrumentellen Beobachtungen ihren Anfang nehmen lassen darf. In der Geschichte der Witterungskunde bildet selbstredend die Benutzung der ersten meteorologischen Instrumente auch die vornehmste Epoche.

Sicher ist, dass am Ende des 17. Jahrhunderts die wichtigsten Grundlagen der meteorologischen Beobachtungen geschaffen waren.

[1]) Vgl. Jahrhundertfeier der „Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft" 1815—1915: Notices historiques et Documents publiés par la Commission historique instituée à l'occasion de la session annuelle de Genève (12.—15. Sept 1915), p. 246.

„Dem nächsten Jahrhundert blieb es vorbehalten, die Instrumente zu verbessern und die ersten grossen Organisationen von korrespondierenden Beobachtungen ins Leben zu rufen, während das abgelaufene 19. Jahrhundert, bei weiterer Verfeinerung der Instrumente und der Beobachtungsmethoden, hauptsächlich durch die Fürsorge des Staates für die Einrichtung und den regelmässigen Unterhalt meteorologischer Beobachtungsnetze charakterisiert ist."

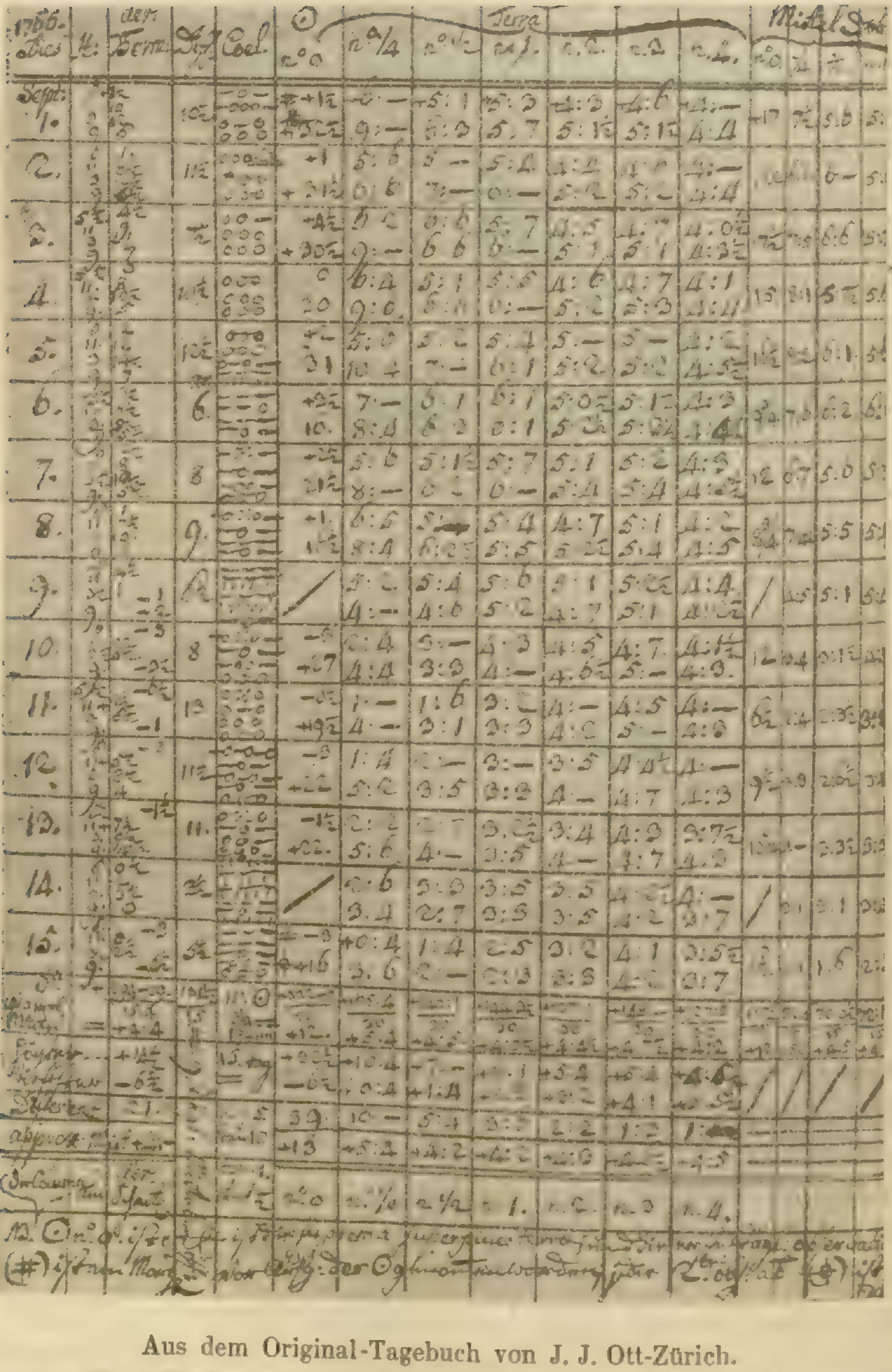
Höchst instruktiv ist die nachstehend aufgeführte kleine Zusammenstellung der nennenswertesten Momente in der Entwicklungsgeschichte der meteorologischen Beobachtungen vom XIV. Jahrhundert an aus der Schweiz und ihren Nachbargebieten[1]):

1491 älteste Beobachtungen aus Deutschland.
1500 älteste Beobachtungen aus Österreich.
1524 älteste Beobachtungen aus Italien.
1545 älteste Beobachtungen aus der Schweiz.
1546 älteste Publikationen von Wetterbeobachtungen (von Johann Werner in Nürnberg von 1513—1520).
1649 erste instrumentelle meteorologische Beobachtungen (Clermont-Ferrand, Paris, Stockholm).
1654 erste instrumentelle Beobachtungen aus Italien; erstes Netz meteorologischer Stationen.
1679 älteste instrumentelle Beobachtungen aus Deutschland (Kiel).
1705 älteste instrumentelle Beobachtungen aus der Schweiz von J. J. Scheuchzer, begonnen in Zürich.[2])
1762 erste Bodentemperaturbeobachtungen in der Stadt und im Röthel bei Zürich, begonnen durch J. J. Ott.

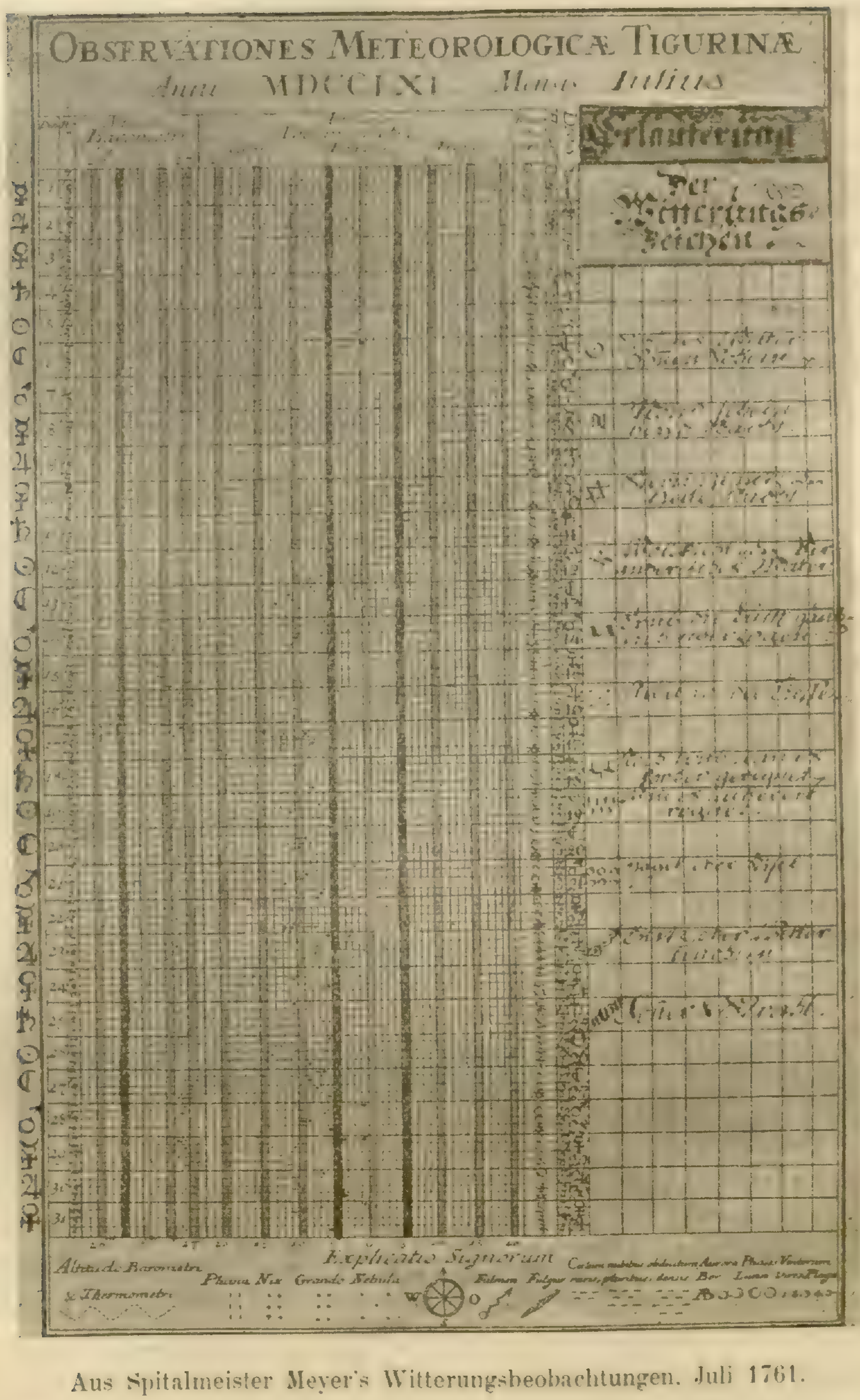
Wir ersehen aus diesem Verzeichnis, dass die ältesten Witterungsbeobachtungen aus der Schweiz bereits aus dem Jahre 1545 stammen: Es sind die ehrwürdigen Witterungsregister des Zürcher Stiftsverwalters Wolfgang Haller (geb. Thun, 1. Januar 1525, gest. Zürich, 23. Juni 1601), ein Sohn des 1531 an der Seite Zwinglis bei Kappel gefallenen Pfarrers Joh. Haller von Bülach. Wolfgang Haller, wissenschaftlich überhaupt sehr tüchtig und tätig, hat von 1545 bis 1576 fast regelmässige tägliche Aufzeichnungen über die Witterung gemacht, die auf der Zürcher Stadtbibliothek sich im Manuskripte noch erhalten haben. Rudolf Wolf hat dieselben seinerzeit nach den von Ingenieur H. Denzler gemachten Auszügen in den „Schweizerischen Meteorologischen Beobachtungen" (Band IX, 1872; X, 1873 und

[1]) Einen Teil dieser Angaben verdanken wir den Hellmannschen unermüdlichen Forschungen auf diesem Gebiete. (Vgl. seine „Neudrucke" Nr. 13 von 1901.)

[2]) Erst erheblich später, im Juli 1755, beginnen die Basler-Beobachtungen durch J. J. d'Annone, auch die Berner- und Genfer-Reihen nicht vor 1760.



Aus dem Original-Tagebuch von J. J. Ott-Zürich.
(Erste Bodentemperatur-Beobachtungen, September 1766.)


Observationes Meteorologicæ Tigurinæ
Anni MDCCLXI Mensis Julius
Explicatio Signorum
Altitudo Barometri
& Thermometri
Pluvia Nix Grando Nebula
Fulmen Fulgur
Aus Spitalmeister Meyer's Witterungsbeobachtungen. Juli 1761.

Supplementband) abdrucken lassen, wobei aber die Jahrgänge 1548 bis 1549 leider fehlen, das heisst wahrscheinlich gar nicht vorhanden sind.

1545—1547 wurde in Kappel (Kt. Zürich) und Meilen, 1550—1576 in Zürich beobachtet. Trotz aller Bemühungen des Herrn Dr. Herm. Escher, Direktor der Zürcher Zentralbibliothek, war es leider nicht möglich, hier ein Facsimile-Bild aus dieser ältesten meteorologischen Urkunde von Zürich geben zu können.

Es verstreicht nun ein volles Jahrhundert, bis sich in unserer Stadt (in Zürich) wieder ein Nachfolger für die Weiterführung der Witterungsregister findet. Man mag hieraus ersehen, wie sehr die meisten der damaligen Berichterstatter von den Anschauungen ihrer Zeit befangen waren, welche kein Verständnis für die trockene Aufzeichnung der gewöhnlichen alltäglichen Witterungserscheinungen besass. Nur das Wunderbare und Ungewöhnliche vermochte das Interesse jenes rauheren, im Kampf mit der feindlichen Natur viel abgehärteteren Geschlechts zu wecken und zu fesseln. Glücklicherweise besitzen wir in den Witterungsbeobachtungen des berühmten Luzernischen Stadtschreibers Renward Cysat Anschluss an die Hallerschen Beobachtungen aus den Jahren 1576—1613. Sie sind von B. Amberg seinerzeit ausgiebig verwertet worden in „Beiträge zur Chronik der Witterung und verwandter Naturerscheinungen mit besonderer Rücksicht auf das Gebiet der Reuss und der angrenzenden Gebiete der Aare und des Rheins“ (3 Teile, Luzern 1890—1897).

Die zweite, ziemlich lange Zürcher-Serie von täglichen Aufzeichnungen der Witterung ist diejenige von Joh. Heinr. Fries von Zürich (1639—1718 Professor der Philologie am Collegium Humanitatis). Diese Serie reicht von 1683—1718; sie ist allerdings nicht ganz mit derselben Regelmässigkeit ausgeführt wie die ersterwähnte Hallersche. Das Manuskript dieser Fries'schen Reihe ist ebenfalls noch auf unserer Stadtbibliothek erhalten.

Noch während J. H. Fries seine Aufzeichnungen fortführte, trat unser grosser Joh. Jak. Scheuchzer (1672—1733) auf den Plan. Ihm verdanken wir die ersten instrumentellen Beobachtungen, Angaben von Temperatur und Barometerstand — so gut, wie sie eben damals aus den nicht rektifizierten Instrumenten zu bekommen waren —, sowie auch die ersten Regenmessungen der Schweiz, begonnen 1708 und mit Unterbrechungen bis 1724 fortgeführt. Scheuchzer wohnte in der Neustadt Zürich; er wird seine Beobachtungen erstmals auch dort begonnen haben. Er publizierte die Resultate seiner Beobachtungen teils in der Hist. de l'Acad. des Sc., den Misc. Berol., den

Observat. meteor. medic. und anderen Sammelwerken, namentlich aber auch in den „Nova ex summis Alpibus, Tig. 1731, 14 S. in fol.“.

In der neuern Zeit hat Ingenieur J. H. Denzler in seiner Arbeit „Über die Witterungsverhältnisse von Zürich“, die 1851 in der „Neuen Zürcher Zeitung“ erschien, noch 7 Jahrgänge von Scheuchzers Beobachtungen (nämlich von 1708—1711 und von 1717—1719) benutzen können.[1])

Scheuchzer forderte dann in seiner berühmten „Charta invitatoria“ (1697) auch andere förmlich dazu auf, entsprechende Beobachtungen zu beginnen. So kamen erst spärliche, dann aber immer reichlichere und mit relativ bessern Instrumenten erhaltene Reihen zustande, indem von 1740 an Jakob Gessner, Pfarrer zu St. Jakob, seine von 1740—1754 reichenden instrumentellen Aufzeichnungen begann, die mit Ausnahme der in den „Schweiz. meteorologischen Beobachtungen Band II“ publizierten Regenmengen leider nicht mehr vorhanden sind.

Auf Gessner folgt der fleissige Joh. Jak. Ott (1715—1769), der jahrelang die gewöhnlichen meteorologischen Beobachtungen selbst anstellte und sie später durch seine Freunde, den Spitalmeister Konrad Meyer und Zunftmeister von Muralt fortsetzen liess. Die so von 1759—1789 erhaltene, zum Teil mehrfache Reihe ist — leider mit verschiedenen Lücken — im Archiv der Schweiz. Meteorolog. Zentralanstalt erhalten. Sein grösstes Verdienst erwarb sich aber J. J. Ott, dass er auf Joh. Lamberts Anregung während einer ganzen Reihe von Jahren (1762 März, bis 1767), wohl als einer der Ersten,

---

[1]) Diese bemerkenswerte Denzlersche Arbeit gründete sich auf tägliche Beobachtungen während 90 Jahren, nämlich auf die 30 fast vollständigen Jahrgänge des schon erwähnten Wolfgang Haller, Propst und Bürger von Zürich, beobachtet von 1545—1547 in Kappel (Zürich) und Meilen und von 1550—1576 in Zürich.

7 Jahrgänge von Professor J. J. Scheuchzer aus Zürich, beobachtet in Zürich von 1708—1711 und von 1717—1719.

5 Jahrgänge von Kaufmann J. J. Ott aus Zürich, beobachtet auf einem nahen Landgute von 1757—1761.

11 Jahrgänge von Hauptmann Hans Jakob Toggenburger von Marthalen, beobachtet in Marthalen 1771—1781.

10 Jahrgänge von Zunftmeister v. Muralt aus Zürich, beobachtet auf einem nahen Landgute von 1773—1782, die vorhergehenden Jahrgänge grösstenteils ersetzend.

16 Jahrgänge von Amtmann v. Escher aus Zürich, beobachtet im Röthel bei Zürich von 1782—1797.

1 Jahrgang von Professor M. Ulrich aus Zürich, beobachtet in Zürich im Jahr 1828.

9 Jahrgänge von Hans Kaspar Egg aus Ellikon a. d. Thur, beobachtet daselbst von 1831—1840.

16 Jahrgänge von Professor M. Ulrich aus Zürich und auf Veranstaltung der Naturforschenden Gesellschaft, beobachtet von 1835—1850.

Bodentemperaturen in verschiedenen Tiefen mass und daraus die Gesetze über die Wärmebewegung in den Schichten unmittelbar unterhalb der Erdoberfläche abzuleiten versuchte, eine Arbeit, der sich vor ihm niemand unterzogen zu haben scheint.[1]) Auf seinem Gute im Röthel (Wipkingen-Zürich) versenkte Ott im Frühjahr 1762 sechs Thermometer auf 1/4, 1/2, 1, 2, 3 und 4 Fuss Tiefe in den Boden, fügte denselben bald noch eines in 6 Fuss Tiefe bei und beobachtete nun während 4 1/2 Jahren regelmässig; dann stellte er seine Beobachtungen zusammen und konnte schon im August 1766 der physikalischen Gesellschaft eine Vorlesung über die erhaltenen merkwürdigen Resultate geben, deren das Protokoll mit folgenden Worten gedenkt: „Herr Ott hat seine Beobachtungen über die Wärme und Kälte des Erdbodens der Gesellschaft mitgeteilt und aus dieser seiner mehrjährigen vortrefflichen Arbeit die merkwürdigsten und nützlichsten Schlüsse hergeleitet und gefunden, dass sich das Steigen und Abnehmen der Wärme beinahe auf eine bestimmte, krumme Linie bringen lasse; diese einer königlichen Gesellschaft würdige Arbeit zeiget uns, dass auch dem ersten Anschein nach geringe und schlechte Versuche, wann sie mit gehöriger Geduld und Genauheit fortgesetzt werden, zuletzt einen beträchtlichen Nutzen abwerfen. Diese Abhandlung wird eine der wichtigsten in dem vierten Teil unserer Abhandlungen sein“. Leider ist aber dieser vierte Band der Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich nie erschienen.

Eine erste kleine Arbeit über das Klima von Zürich verdanken wir dem Stifter der Zürcher Naturforschenden Gesellschaft und erstmaligen Präsidenten, dem unvergesslichen Dr. Johannes Gessner, Prof. phys. et math., vorgelesen in einer Abhandlung den 9. Januar 1747 vor der eben gegründeten Naturforschenden Gesellschaft und betitelt: „Von der Lage und Grösse der Stadt Zürich, auch denen daherrührenden natürlichen Folgen“, veröffentlicht im I. Band der Abhandlungen 1761. Darin gibt der Verfasser die geographische Länge und Breite von Zürich, die Höhe über dem Meere und den Abstand vom Mittelpunkt der Erde an, beschreibt zugleich die Methoden, nach welchen die nötigen Beobachtungen angestellt werden; hierauf untersucht er die natürliche Beschaffenheit der Lage Zürichs in Beziehung auf die Gewässer, den Boden und die umliegenden Berge, gibt dann die Grösse der Stadt, die Anzahl ihrer Einwohner und

---

[1]) Vgl. R. Wolf, Biographien zur Kulturgeschichte der Schweiz, II. Band p. 189. Bei dieser Gelegenheit mag auch noch angeführt werden, dass ein Freund von unserem Ott, der Freihauptmann Martin Usteri (1738—1790) in den Jahren 1764 und 1765 ähnliche Beobachtungen in den verschiedenen Tiefen anstellte.

den jährlichen Zuwachs der Bevölkerung an, leitet aus der Lage derselben auch die klimatischen Verhältnisse, den Druck der Luft, die Beschaffenheit der herrschenden Winde, die mittlere Wärme oder Kälte, die Trockenheit oder Feuchtigkeit ab, und weist den Einfluss nach, den die Lage und Grösse der Stadt, sowie die physischen und meteorologischen Verhältnisse auf den physischen und zum Teil auch den psychischen Zustand der Einwohner ausüben, usf.

Gessner schreibt dann auf Seite 102 wörtlich was folgt: „Es wäre zu wünschen, dass der selige Herr Doktor Scheuchzer die Beobachtungen der Witterung, die er von anno 1705—1733 gemacht, und teils in den Naturgeschichten des Schweitzerlands, teils in den Bresslauischen und Erforder Sammlungen aufgezeichnet hat, in Ansehung der Wärme und Kälte mit einem reglirten Thermometer gemacht hätte, so wären wir nun im Stande, aus der so langen Reihe seiner fleissigen Beobachtungen verschiedene nützliche Folgen zu ziehen".

Unter dem eben erwähnten „reglirten Thermometer" ist das Instrument von Micheli du Crest zu verstehen, das damals sehr gebräuchliche, bekannte Weingeist-Thermometer. Scheuchzer konnte sich desselben noch nicht bedienen, denn Micheli du Crest beschreibt dasselbe nicht vor 1741 in dem Schriftchen „Description d'un thermomètre universel. Paris 1741." Erst für die späteren Thermometerbeobachtungen von Gessner, Meyer etc. dürfte das Micheli du Crest-Instrument Verwendung gefunden haben.[1])

Wir übergehen einzelne spätere, noch bis gegen Ende des XVIII. Jahrhunderts erhaltene, meteorologische Reihen in unserer Stadt und bemerken nur, dass erst erheblich später, nämlich seit Anfang des Jahres 1836, auf Veranstaltung der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, neuerdings fortlaufend regelmässige und dann namentlich alle Witterungselemente beschlagende Beobachtungen

---

[1]) Der Nullpunkt der Skala von du Crest liegt bei dem sogen. „tempéré", d. h. jener Temperatur von etwa 10° C., die jahrein, jahraus sich gleichbleibend in den Kellern des Pariser Observatoriums herrschte. Bezeichnen m-Micheli-Grade und c die entsprechenden Centesimalgrade, so ist nahe c = 0,9 (m + 10,5) zu setzen. Die im I. Band der Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1761 gedruckten meteorologischen Beobachtungen des Jahres 1760 von alt Spitalmeister Konrad Meyer haben als Grundlage die du Crest-Skala. Im „Tagbuch der Witterungs-Beobachtungen durch das Jahr MDCCLXI. Aufgezeichnet in Zürich von H. C. Hirzel, Med. Doct. Archiater" befindet sich überdies die besondere Bemerkung: „Der Thermometer ist nach Herrn Michaeli du Crez eingetheilt. Von dem Grad der Wärme des Kellers in der Sternewart zu Paris bis zu dem Grad des siedenden Wassers wird eine Röhre von gleichem Lichten in 100. Grad eingetheilt. Von dem Grad der gemässigten Wärme werden über sich die Grad der Wärme gezehlt, unter sich aber die Grad der Kälte, die hier mit beygesezten algebraischen Verneinungszeichen (—) angedeutet werden. Bey 10 $^2/_3$ Grad ist der Gefrierungs-Punkt".

(Luftdruck, Temperatur, relative Feuchtigkeit, Bewölkung, Niederschlag und Windrichtung) angestellt und in tabellarischer Form bekannt gemacht wurden.[1]) Mit 1857 bricht allerdings auch diese Reihe vorübergehend wieder ab.[2])

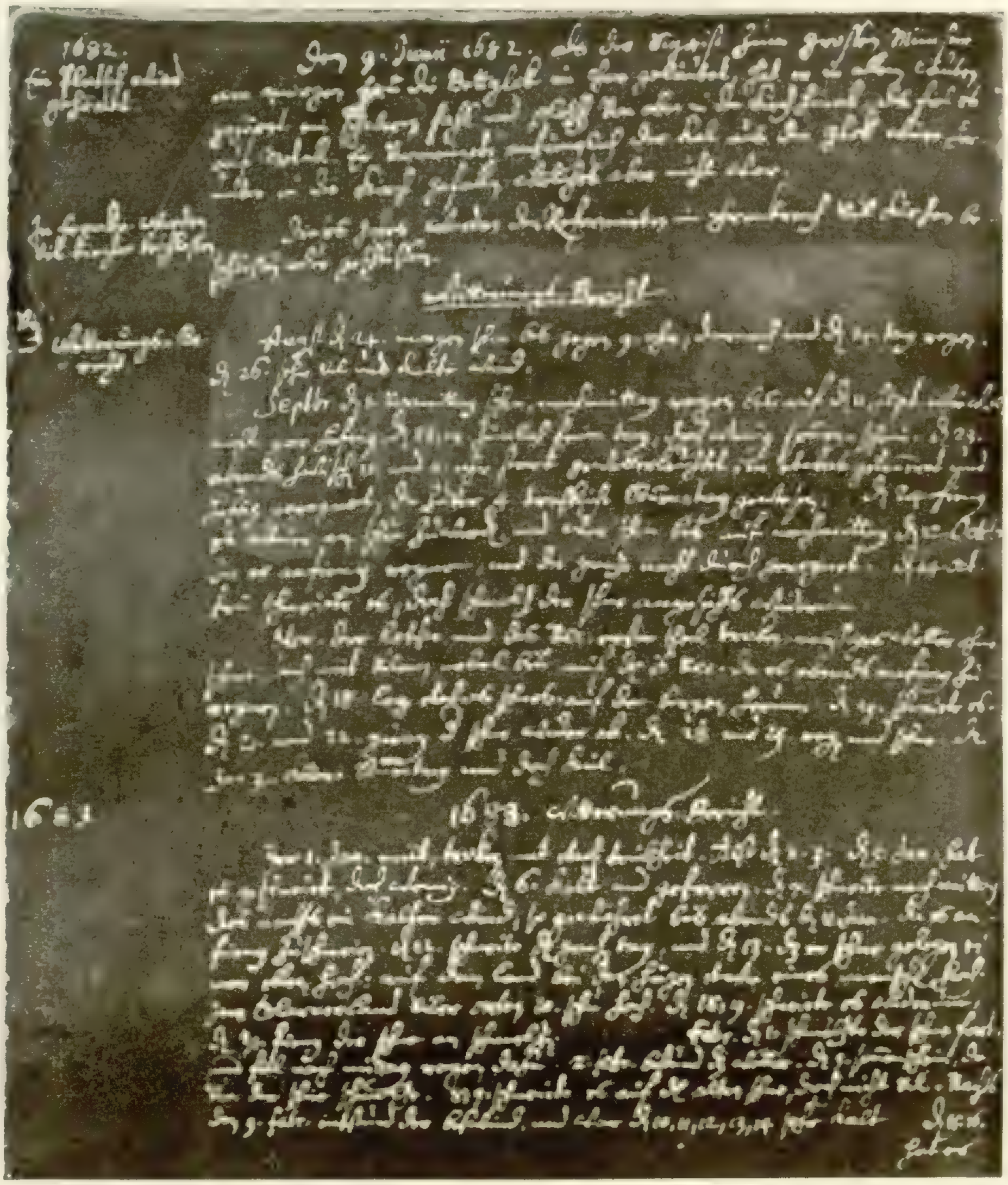
System, Ordnung und Gleichartigkeit in bezug auf die ununterbrochene Fortführung der Beobachtungen begannen jedoch erst mit dem Zeitpunkt, da die Schweiz. Naturforschende Gesellschaft ihr grosses Netz von einheitlich ausgerüsteten Stationen in unserem Land ins Leben rief. Das war im Jahre 1863; am 1. Dezember letztgenannten Jahres kam die Zürcher meteorologische Beobachtungs-Station vom Weichbild der Altstadt hinauf an den Zürichberg an die eben gegründete Eidgenössische Sternwarte; von diesem historischen Momente ab beginnt dann definitiv die ununterbrochene Reihe der Zürcher meteorologischen Aufzeichnungen.

Gewiss war die relativ lange Reihe unserer älteren Beobachtungen an sich recht wertvoll für den Entwurf einer Witterungsgeschichte des Landes. Zu weiteren erspriesslichen Resultaten konnten diese meteorologischen Unternehmungen — ihrer Ungleichartigkeit und Vereinzelung wegen — aber doch nicht führen. Der Mangel einer zentralen, einheitlichen Organisation in der frühesten Periode machte sich eben fortwährend fühlbar. Der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft muss man es immer wieder danken, dass sie vor reichlich 50 Jahren in dieser Richtung Wandel schuf und an Stelle der vormaligen Planlosigkeit Methode und übereinstimmende Grundsätze in der Beobachtung treten liess, die dann auch bald ihre guten Früchte brachten.

---

[1]) Seit 1837 gedruckt bei Orell Füssli & Co.; der erste Jahrgang 1836 erschien als Beilage der „Bibl. universelle“ in Genf.

[2]) Vgl. für Weiteres „Das Klima der Schweiz“, bearbeitet von Jul. Maurer, Rob. Billwiller und Clem. Hess; erster Band, p. 19.



Aus dem Witterungsregister des Joh. Heinrich Fries

(1682—1683)

Hygienische Betrachtungen über den Reinheitszustand der Limmat von Zürich bis Wettingen mit besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Abwässer der Stadt Zürich.

Von

O. Roth.

(Als Manuskript eingegangen am 1. Mai 1917.)

Die in dieser kurzen zusammenfassenden Arbeit erwähnten Untersuchungen der Limmat wurden im Auftrage der Stadt Zürich im Zeitraume von Ende 1909 bis Herbst 1916 ausgeführt.

Sie verfolgten in der Hauptsache den Zweck den Grad der Verunreinigung des Flusses durch die städtische Kanalisation zu ermitteln, beziehungsweise die Frage zu studieren, ob dieselbe innert den zulässigen Grenzen sich bewege, oder ob Massnahmen nötig seien zur Behandlung der Abwässer vor ihrer Einleitung in den Fluss, speziell für den Fall, dass die direkte Abschwemmung der Schmutzstoffe unter Ausschaltung der bestehenden Abortkübel eingeführt werden sollte.

Neben unsern bakteriologischen Untersuchungen und hygienischen Erhebungen wurde die Verunreinigungsfrage in chemischer Hinsicht von dem städtischen Laboratorium und vom biologischen Standpunkte von Herrn Dr. Huber-Pestalozzi studiert. Die von diesen Herren gefundenen Resultate liegen zurzeit mit den unsrigen und dem technischen Bericht des Herrn Stadtingenieur Wenner über die Einführung der vollständigen Abschwemmung im Anschluss an die Schwemmkanalisation der Stadt Zürich vor den städtischen Behörden.

Ich will nun versuchen, an Hand meines Berichtes die Resultate der hygienisch bakteriologischen Untersuchungen kurz zu skizzieren.

Vorerst seien hier einige Bemerkungen über die grobsinnliche Verunreinigung des Flusses, den Grad der Verdünnung der Kanalabwässer in demselben, sowie über einige verunreinigende Zuflüsse flussabwärts vom Kanaleinlauf vorausgeschickt.

Nachdem die Limmat den See in reinem Zustande verlassen, nimmt sie schon im Gebiete der Stadt wieder eine gewisse Menge von Schmutzstoffen auf, allerdings meist nur stark verdünnte Abwässer, welche den Notauslässen der Kanalisation entstammen, die ausschliesslich bei starken Regenfällen in Tätigkeit treten.

Unterhalb des Platzspitzes ist es die Sihl, welche bei Hochwasser der Limmat erhebliche Mengen von Schmutzstoffen zuführt. Diese sind indessen in der Hauptsache von hygienisch geringem Belange, da sie meist aus erdigen, von der Bodenoberfläche abgeschwemmten Partikeln bestehen. Die Verunreinigung durch die Sihl ist denn auch in der Limmat nur nach starkem Regen deutlich sichtbar.

Viel wichtiger ist der Einfluss der etwa 1,9 Kilometer unterhalb der Wipkinger Brücke auf der linken Flusseite einmündenden städtischen Abwässer. Bis hieher ist die Limmat bei trockenem Wetter ziemlich klar, alsbald aber ändert sich das Bild an dieser Stelle. In dunkelm, trübem Strome wälzen sich die Abwässer an dem Ufer dahin. Sie lassen bei genauerem Zusehen eine erhebliche Menge von Schwebe- und Schwimmstoffen erkennen, von denen ein grosser Teil aus gewerblichen Betrieben und aus dem menschlichen Haushalte stammen. Die zeitweise auftretende starke Verfärbung ist auf Färbereiabwässer zurückzuführen. Unter den festen Stoffen sind es besonders kleinere Brocken von Fäkalien, die Beachtung verdienen. Diese zeigen uns, dass solche Dinge von den zwischen Aborte und Kanalisation eingeschalteten Behälter (Kübel, Fosses Mouras u. dergl.) noch nicht vollständig zurückgehalten werden. Wohl aber ist dies für das Papier der Fall, so dass die Verunreinigung des Flusses durch Abortstoffe demjenigen entgeht, der nicht speziell darauf achtet. Die erwähnten Einrichtungen (Kübel etc.) sind also zum mindesten von günstigem Einfluss auf das Aussehen des Flusses und müssten, wenn sie einmal beseitigt werden sollen, durch andere zwischen Hauptkanal und Limmat einzuschaltende Vorrichtungen ersetzt werden.

Für die Beurteilung der Verunreinigung der Limmat ist natürlich sowohl die Menge der eingeleiteten Schmutzwässer — sie betrug im vergangenen Jahre 670—1300 Sekundenliter — als die Abflussmenge des Vorfluters massgebend, mit andern Worten der Grad der Verdünnung, welche das Kanalwasser in dem Flusse nach vollständiger Durchmischung erleidet. Sie dürfte nur selten erheblich unter das 30fache sinken.

Bekanntlich ist wiederholt der Versuch gemacht worden, Normen aufzustellen über das nötige minimale Mass dieser Verdünnung. Eine allgemeine Gültigkeit kann indessen solchen Vorschriften nicht zuerkannt werden, da sowohl die Qualität der Schmutzwässer, insbesondere ihre Konzentration, als auch der Reinheitszustand des Vorfluters vor deren Einleitung in Betracht fällt, sowie eine Reihe anderer Faktoren, wie die Strömungsgeschwindigkeit des Flusses und die Verwendung seines Wassers weiter stromabwärts.

Die Verhältnisse liegen für die Stadt Zürich günstig. Die Limmat wird oberhalb des Sammelkanals nur wenig verunreinigt. Der Wasser-

verbrauch von seiten der Bewohner (300 Kopfliter und mehr pro Tag) ist ein sehr grosser. Das Gefälle des Flusses und die Beschaffenheit seines Bettes treten dem Zustandekommen von Schlammbänken hindernd in den Weg. Ferner finden sich in dem Flusse keine Entnahmestellen von Trinkwasser, da die anliegenden Gemeinden mit Quellwasser versorgt sind; auch Badeanstalten sind zurzeit flussabwärts in einer Entfernung von mehr als 20 Kilometer nicht vorhanden.

Ausser den Kanalwässern der Stadt tragen die Schmutzwässer der zirka 150 Meter oberhalb der Hönggerbrücke gelegenen Kübelwäscherei, in welcher die Abortkübel gereinigt werden, zur Verunreinigung der Limmat bei, ferner die Abwässer der städtischen Gasfabrik in Schlieren und einiger weniger anderer, weiter flussabwärts gelegener Fabriken. Auch verschiedene grössere Ufergemeinden, welche trotz ihres ländlichen Charakters betreffend Kanalisation ziemlich weit fortgeschritten sind, senden Schmutzstoffe, die allerdings vorher teilweise einer Klärung unterzogen werden, in den Fluss.

Alle diese verunreinigenden Faktoren aber treten nach unsern Erhebungen gegen die städtischen Kanalwässer weit zurück.

Wie schon erwähnt, ist die Verschmutzung beim Hauptkanal eine sehr augenfällige. Die Durchmischung des Schmutzwassers der Uferzone mit dem übrigen Flusswasser vollzieht sich nur langsam, und bei der Hönggerbrücke, zirka 600 Meter unterhalb der Kanalmündung, hat dasselbe erst ungefähr die Mitte des Flusses erreicht. Dies ist besonders deutlich zu sehen, wenn zeitweise grössere Mengen Färbereiabwässer in denselben gelangen, oder wenn versuchsweise schwimmende Körper in den Kanalauslauf geworfen werden. Solche erreichen bei der genannten Brücke die rechte Flusseite nicht. Ähnliche Resultate ergeben auch vergleichende Durchsichtigkeitsbestimmungen mit der Secchischen Scheibe und die Prüfung von an verschiedenen Stellen des Flussprofils entnommenen Wasserproben auf Trübung, Schwebestoffe-, Farbe etc. Auch die an den Brückenpfeilern und den Steinen der linken Flusseite zur Winterszeit in grosser Menge vorhandenen Vegetationen gewisser Wasserpilze (Sphärotilus, Leptomitus) zeigen deutlich die hier noch ungleichmässige Verteilung der Schmutzstoffe an.

Damit übereinstimmend ist zur selbigen Jahreszeit auch die Besetzung der Wasseroberfläche mit Möven, welche ihre Nahrung aus dem verschmutzten linken Abschnitt des Flusses herausholen.

Eine gründlichere Durchmischung findet erst unterhalb der Hönggerbrücke statt, wo nach und nach auch die augenfällige Verschmutzung

des Flusses auf ein geringes Mass zurückgeführt wird, um dann später in Folge Einleitung von weitern früher erwähnten Abwässern auf kurze Strecken wieder in Erscheinung zu treten.

Es sei speziell bemerkt, dass die Putzfadenwäscherei in Dietikon, welche früher wegen der Verunreinigung des Flusses mit Baumwoll- und andern Fasern zu Klagen besonders aus Fischerkreisen Veranlassung gab, seit einigen Jahren ausser Betrieb ist.

Ausser den genannten nimmt die Limmat in unserm Untersuchungsgebiet zwischen Zürich und Wettingen keine namhaften verunreinigenden Zuflüsse auf.

Über das Vorgehen bei unsern bakteriologischen Untersuchungen[1]) sei folgendes bemerkt:

Da dieselben hauptsächlich den Zweck verfolgten, den Einfluss der Zürcher Kanalwässer zu ermitteln, wurden in erster Linie Proben oberhalb und unterhalb des Kanaleinlaufes entnommen. Meist geschah dies von der Wipkinger- und der Hönggerbrücke aus. Auf dieser Teilstrecke nimmt die Limmat allerdings, wie schon erwähnt, die Schmutzwässer der Abortkübelwäscherei auf, welche aber, wie sich bei speziellen bakteriologischen Untersuchungen zeigte, eine im Verhältnis zu den Kanalwässern geringe Verschmutzung des Flusses bedingen.

Als dritte Hauptuntersuchungsstelle dienten uns die Brücken (Strassenbrücke und Eisenbahnbrücke) beim Kloster Wettingen, zirka 18 Kilometer unterhalb der Hönggerbrücke. Hier sollte der Grad der Selbstreinigung des Flusses untersucht werden, was weiter flussabwärts nicht mehr möglich war, da bald wieder eine nicht unerhebliche Verunreinigung der Limmat stattfindet.

An den drei genannten Hauptuntersuchungsorten (Wipkinger-, Höngger- und Wettingerbrücke) wurden jeweilen an verschiedenen (bis zu 9) Stellen des Flussprofils Proben entnommen, so dass wir auch an Orten, wo die Verteilung der Schmutzstoffe eine sehr ungleichmässige war, vergleichbare Resultate erhielten. Die Zeit der Entnahme an den verschiedenen Stellen flussabwärts wurde so gewählt, dass auf die Strömungsgeschwindigkeit möglichst Rücksicht genommen wurde.

Die Probenahme geschah, um den Einfluss einer Verunreinigung von der Erdoberfläche aus möglichst auszuschliessen, in den allermeisten Fällen bei trockenem Wetter und niederem Wasserstand von Sihl und Limmat.

---

[1]) Diese wurden unter meiner Leitung von den Herren Dr. Lahrmann, Dr. Sulzer, Dr. v. Carpine und schliesslich von meinem jetzigen Assistenten, Herrn Bättig, ausgeführt.

Die Anlegung der Kulturen erfolgte kurze Zeit nach der Entnahme der Proben, oft an Ort und Stelle.

Ausser den Keimzahlen, die uns einen Einblick gestatten in die Verunreinigung des Flusses mit Schmutzstoffen überhaupt, wurde auch der Anwesenheit des Bakterium coli, speziell des sogenannten Warmblütercoli, in weitgehendem Masse Beachtung geschenkt, eines Mikroben, der bekanntlich bei zahlreichem Vorkommen in einem Gewässer wichtige Schlüsse in bezug auf Einleitung von Fäkalien und die Möglichkeit von Infektionen mit gewissen Krankheitserregern, besonders zur Zeit von Epidemien, zulässt.

Dieser Colinachweis wurde teilweise nach der etwas modifizierten Methode von Petruschky und Pusch (Colititer), teilweise nach derjenigen von Marmann durchgeführt, welche darin besteht, dass kleine abgemessene Mengen Wasser auf Endoagar (Agar mit Zusatz von Milchzucker, Fuchsin und Natriumsulfit) gebracht und die typisch rot gefärbten Colikolonien direkt gezählt werden.

Sowohl die quantitativen als die letztgenannten qualitativen Untersuchungen wurden, um Zufälligkeiten tunlichst auszuschliessen, möglichst oft wiederholt.

Natürlich ist es bei dem geringen Raume, der mir in dieser Festschrift zur Verfügung steht, nicht möglich, ausführlich auf die gewonnenen Resultate einzugehen. Ein kurzes Resumé und einzelne Beispiele mögen genügen, um die bakterielle Verunreinigung der Limmat zu kennzeichnen.

Aus den Keimzählungen geht hervor, dass gelegentlich schon bei Wipkingen, also vor dem Kanaleinlauf, eine nicht unerhebliche Verunreinigung des Flusses stattfindet.

Die Zahl der Keime pro cc betrug zum Beispiel

am	Linkes Ufer	Links d. Mitte	Mitte	Rechts d. Mitte	Rechtes Ufer
3. Dez. 1909	53 600	40 000	2400	6200	28 000
7. „ „	45 800	23 800	7800	3600	11 600
12. Jan. 1910	20 400	12 600	7400	8200	20 000

Diese Befunde sind, wie wir eruieren konnten, mit der temporären Einleitung von Schmutzstoffen auf beiden Flusseiten in Zusammenhang.

Bei andern Untersuchungen waren die Keimzahlen hier sehr viel geringer, was eben daraus zu erklären ist, dass die Einleitung von Schmutzstoffen nur zeitweise stattfindet.

Der bedeutende Einfluss des Hauptsammelkanales auf den bakteriellen Zustand des Flusswassers am linken Ufer ist aus folgenden, an verschiedenen Tagen gewonnenen Resultaten deutlich zu ersehen:

am	50 Meter oberhalb Kanal	150 Meter unterhalb
11. November 1909	7 900 Keime	500 000
23. „ „	10 200 „	361 000
15. Dezember „	20 800 „	220 000

am	Direkt oberhalb Kanal	10 Meter unterhalb Kanal	Zirka 500 Meter unterhalb Kanal
22. Sept. 1913	4395 (205)	104 100 (4942)	54 820 (1425)
25. „ „	2717 (208)	369 700 (16,000)	60 400 (2013)

Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf die Keime von Bakterium coli.

Auch an der Hönggerbrücke lässt sich die starke Verschmutzung am linken Ufer noch sehr deutlich an den Keimzahlen erkennen. Ihre Verteilung über das Flussprofil mögen folgende Zahlen von 4 verschiedenen Tagen illustrieren:

Linkes Ufer	Links der Mitte	Mitte	Rechts der Mitte	Rechtes Ufer
66 400	54 600	20 000	12 800	11 400
91 200	30 800	26 000	12 600	18 800
66 800	34 400	16 400	6 000	5 800
130 000	120 600	27 600	5 300	—

Diese Zahlen bestätigen in sehr deutlicher Weise, dass sich die eingeleiteten städtischen Schmutzstoffe hier noch nicht gleichmässig über die Flussbreite verteilt haben, indem die rechte Flusseite viel niedrigere Zahlen aufweist als die linke.

Der Grad der Verunreinigung des gesamten Flusses lässt sich natürlich nur aus den Mittelzahlen des betreffenden Flussprofiles beurteilen.

Wenn wir die Mittel der Resultate von 33 verschiedenen Untersuchungstagen vergleichen, so kommen wir zu dem Schlusse, dass die jeweilen am gleichen Tage gewonnenen Keimzahlen bei der Hönggerbrücke durchschnittlich 6 mal, im Maximum über 19 mal höher sind als bei der Wipkingerbrücke.

Zwischen Höngg und Wettingen tritt eine Verminderung der Bakterienzahlen auf (Selbstreinigung), die sich aber namentlich wegen der mehrerwähnten unreinen Zuflüsse dieser Flusstrecke nicht so regelmässig verfolgen lässt. Aus einer grösseren Zahl Untersuchungen an diesen beiden Orten geht hervor, dass die Keimzahlen bei Wettingen an den betreffenden Tagen durchschnittlich auf die Hälfte der bei Höngg gefundenen heruntergegangen waren.

Vergleichen wir dagegen die bei Wipkingen, also oberhalb des Kanaleinlaufes gefundenen Zahlen mit denen bei Wettingen, so ergibt sich eine dreifache durchschnittliche Zunahme. Nur in 2 Fällen ist

der Bakteriengehalt an letzterem Orte annähernd auf denjenigen bei Wipkingen zurückgegangen.

Wenn wir das Ergebnis unserer Keimzählungen mit den Resultaten früherer bakteriologischer Limmatwasseruntersuchungen, welche im Jahre 1889 von Schlatter und 1898/99 von Thomann ebenfalls unter Leitung des Verfassers ausgeführt wurden, vergleichen, bemerken wir, dass die Verunreinigung des Flusses seitdem zugenommen hat.

Währenddem nun damals ausschliesslich Keimzählungen angestellt wurden, wird heute, wie schon erwähnt, ein grosser Wert gelegt auf den Nachweis des Bakterium coli commune. Ich lasse hier die Resultate einiger unserer diesbezüglichen Untersuchungen folgen, welche zugleich die vorzügliche Eignung des Eingangs beschriebenen Marmann'schen Verfahrens für den Nachweis von Fäkalverunreinigungen eines Gewässers dartun sollen. (Die Resultate der Colititerbestimmungen nach Petruschky müssen hier übergangen werden.)

Den Colizahlen sind in der folgenden Zusammenstellung zum Vergleich auch die Keimzahlen der betreffenden Untersuchungsstellen beigefügt:

		Wipkinger-brücke		**Hönggerbrücke.**		**Wettinger-Eisenbahnbrücke**	
		Colizahl	Keimzahl	Colizahl	Keimzahl	Colizahl	Keimzahl
29. Okt. 1913	Links	133	4620	4346	31 633	200	13 113
	Mitte	100	2115	2313	18 620	146	12 607
	Rechts	60	1147	460	5 727	213	13 730
20. Sept. 1915	Links	150	4300	2050	35 442	400	10 050
	Mitte	150	4800	850	23 135	150	9 750
	Rechts	150	3900	250	6 150	250	10 733
18. März 1916	Links	435	7500	1715	21 700	305	6 900
	Mitte	200	2133	520	9 600	335	5 000
	Rechts	140	2533	225	4 435	390	4 666

Aus dieser Zusammenstellung lässt sich sehr deutlich die Zunahme der Colizahlen zwischen Wipkingen und Höngg und ihre Abnahme zwischen Höngg und Wettingen ersehen. Besonders instruktiv ist die Verteilung der Colibakterien über das Flussprofil bei Höngg.

Diese Colibefunde stehen auch mit den Keimzahlen unserer Untersuchungen, speziell mit denjenigen der oben genannten Tage im Einklang.

Am 22. und 25. September 1913 oberhalb und unterhalb der Kanalmündung gefundene Colizahlen siehe vorige Seite.

Auf die zahlreichen Untersuchungen der kleinern verunreinigenden Zuflüsse unterhalb der Hönggerbrücke, Gasfabrik und Riedgraben, Kanalisation Dietikon, Reppisch, Furtbach können wir nicht näher

eingehen. Es sei nur erwähnt, dass einzig die Abwässer der Gasfabrik und der Riedgraben unterhalb Schlieren zu einer streckenweise erheblichen bakteriellen Verunreinigung des Flusses führen.

Die im städtischen Laboratorium ausgeführten chemischen Untersuchungen, auf die mit einigen Worten einzugehen ich nicht unterlassen möchte, ergeben ebenfalls eine starke, ungünstige Beeinflussung des Reinheitszustandes der Limmat nach der Einmündung des Abwasserkanals, welche sich in der Erhöhung der Oxydierbarkeit und des Gehaltes an freien und albuminoiden Ammoniak, sowie des Chlors äussert.

Flussabwärts nehmen diese Werte zusehends ab, allerdings nicht ganz regelmässig, da auch sie wie unsere Keimzahlen stellenweise durch Einläufe von kleinern Schmutzwasserkanälen, z. B. jene der Gasfabrik, deutlich beeinflusst werden.

Bei Wettingen ist auch die chemische Verunreinigung stark zurückgegangen, aber nicht vollständig behoben.

Die biologischen Untersuchungen ergeben deutliche Zeichen der Verschmutzung unterhalb des Kanaleinlaufes (Leitorganismen, Sphaerotilus natans etc.), die sich auf der linken Flusseite, auch an der Hönggerbrücke noch finden.

Eine weitere Verunreinigung wird auch bei diesen Untersuchungen unterhalb der Gasfabrik konstatiert. Bei Dietikon macht sich dieselbe kaum mehr geltend, und an der Wettingerbrücke war ein bedeutender Grad der Reinheit des Flusswassers nachzuweisen.

Wenn wir die sämtlichen hier nur bruchstückweise aufgenommenen Resultate unserer Erhebungen und bakteriologischen Untersuchungen zusammenfassen, so kommen wir zu nachstehenden Schlussfolgerungen von praktisch hygienischem Interesse:

Limmat und Sihl werden schon im Gebiete der Stadt, wenn auch nicht in erheblichem Masse, verunreinigt.

Eine sehr starke Verschmutzung des Flusses findet bei der Mündung der städtischen Kanalisation statt, eine sehr viel geringere etwas flussabwärts bei der Kübelwäscherei.

Die Schmutzwässer mischen sich infolge der Einleitung am Ufer nur langsam mit dem Limmatwasser und können an der linken Flussseite schon bei oberflächlicher Betrachtung bis unterhalb der Hönggerbrücke verfolgt werden.

Eine Geruchsbelästigung liess sich zur Zeit unserer Untersuchungen nur auf verhältnismässig kurzer Strecke unterhalb des Kanaleinlaufes

nachweisen, in grösserer Distanz nur ausnahmsweise infolge Schlammbankbildungen bei niederem Wasserstand.

Viel weiter als die grobsinnlichen Verunreinigungen lassen sich die bakteriellen flussabwärts verfolgen. Selbst in Wettingen sind Keim- und Colizahlen höher, zeitweise in erheblichem Masse, als oberhalb der Einleitung der Zürcher Abwässer. Hiezu mögen allerdings auch die Schmutzwässer der Zuflüsse unterhalb Zürich beitragen, aber in viel geringerem Masse als die städtischen Schmutzstoffe. Der Einfluss derselben schwindet jeweilen flussabwärts bald wieder.

Die heute noch zwischen Aborte und Kanalisation eingeschalteten Abortkübel, Fosses Mouras und dergleichen halten einen Teil der Schwimm- und Sinkstoffe zurück und tragen immerhin zur Hebung des ästhetischen Aussehens der Limmat bei. Ein Teil der festen Stoffe geht aber doch in den Fluss.

Die Beseitigung dieser Fäkalbehälter in den Häusern wäre ganz besonders vom bauhygienischen Standpunkt zu begrüssen. Ihre Einführung war in früheren Zeiten wohl gerechtfertigt. Den Anforderungen, die wir heute an eine Kanalisation stellen müssen, entsprechen sie in verschiedener Hinsicht nicht mehr.

Die Notwendigkeit der Erstellung einer modernen Reinigungsanlage zwischen Kanalisation und Vorfluter ist nicht zu bezweifeln, erst recht dann nicht, wenn die erwähnten Kübeleinrichtungen einmal eliminiert werden.

Dass mit einer solchen zeitgemässen Anlage in bezug auf Reinhaltung der Limmat weit mehr geleistet werden kann als mit den bestehenden Einrichtungen, wird niemand bestreiten, der die Erfahrungen kennt, welche mit modernen Klärverfahren an andern Orten gemacht wurden.

Auf die Wahl desselben kann, ohne den schwebenden Beratungen vorzugreifen, nicht eingetreten werden. Es sei nur erwähnt, dass von dem Herrn Stadtingenieur bereits bestimmte Vorschläge gemacht wurden.

Aus unsern Erhebungen und bakteriologischen Untersuchungen sowohl, als aus den chemischen und biologischen Prüfungen geht allerdings hervor, dass die Limmat noch nicht zu den hochgradig verunreinigten Gewässern gehört. Doch ist es, wie die teilweise fatalen Erfahrungen in andern Ländern gelernt haben, nirgends nötiger, den Anfängen zu wehren als auf dem Gebiete der Flussverunreinigung. Die Stadt Zürich mit ihren sonstigen mustergültigen Sanierungsbestrebungen darf auch in dieser Beziehung nicht zurückbleiben.

Zürich, Ende April 1917.

Über die menschlichen Skelettreste aus dem Pfahlbau am Alpenquai in Zürich.

Von

Otto Schlaginhaufen.

(Hiezu Tafel XIII—XV.)

(Als Manuskript eingegangen am 1. Mai 1917.)

Bei den Baggerarbeiten, welche die Direktion des Schweizerischen Landesmuseums im Winter 1915/16 in dem an den Alpenquai angrenzenden Teil des Zürichsees zur Ausbeutung des dort zutage getretenen Pfahlbaus vornehmen liess, wurde, rascher als man erwarten durfte, auch anthropologisches Material gehoben.[1]) Am 25. Februar 1916 förderte der Bagger als erstes Objekt einen verhältnismässig gut erhaltenen Schädel ans Tageslicht, und als Ende März die Ausgrabungen einen vorläufigen Abschluss fanden, lag bereits eine Kollektion von drei Schädeln, zehn Schädelfragmenten und sechs Extremitätenknochen vor. Absolut genommen klein, ist die Zahl dieser Objekte doch erheblich im Vergleich zu den bisher aus anderen Pfahlbauten des Zürichsees bekannten anthropologischen Materialien; denn bisher waren nur drei nennenswerte Skelettfunde aufzuzählen: 1. eine Hirnschale aus der frühneolithischen Station von Obermeilen; 2. ein Schädeldach vom „grossen Hafner“, einer in geringer Distanz vom Utoquai, etwa auf der Höhe des Stadttheaters gelegenen Pfahlbaustation der époque morgienne; 3. ein besser erhaltener Schädel aus der bronzezeitlichen Pfahlbaustation „Haumesser“ bei Wollishofen.

Als Fundstücke, die im Gebiet des Kantons Zürich aufgedeckt wurden, gingen die Skelettreste aus dem Pfahlbau Alpenquai gemäss den Bestimmungen des Schweizerischen Zivilgesetzbuches (§ 724) in den Besitz des Staates über. Sie wurden der Sammlung des Anthropologischen Institutes der Universität Zürich einverleibt, welchem laut dem vom Regierungsrat des Kantons Zürich erlassenen Reglement über die Behandlung der Funde von Naturkörpern das Recht zur Bearbeitung und Veröffentlichung des anthropologischen Materials zusteht.

[1]) Ein kurzer vorläufiger Bericht erschien am 3. März 1916 in Nr. 344 der „Neuen Zürcher Zeitung“.

Der Abschluss der Grabungsarbeiten des Schweizerischen Landesmuseums ist, wie schon angedeutet, nur ein vorläufiger; es sind noch weitere Arbeitsperioden ins Auge gefasst, so dass auch für die Anthropologie die Aussicht auf weiteren sammlerischen Gewinn besteht Heute schon eine eingehende, vergleichende und rassendiagnostische Untersuchung vornehmen zu wollen, wäre angesichts der bestehenden Hoffnungen auf mehr Material verfrüht. Eine kurze morphologische Charakteristik der vorliegenden Knochenfunde dürfte aber jetzt schon am Platze sein.

Was die allgemeine äussere Erscheinung und den Erhaltungszustand unserer Objekte betrifft, so sind sie durch die für Pfahlbauknochen charakteristische braune Farbe ausgezeichnet, die in verschiedenen Abstufungen wiederkehrt. Die Knochensubstanz ist, im Gegensatz zu den Befunden an anderen prähistorischen Skelettstücken, fest und widerstandsfähig und die Oberfläche mit wenigen Ausnahmen nicht verwittert. In einem Falle waren Brandspuren nachzuweisen.

1. Die Schädel.

Von den drei bis jetzt aufgefundenen Schädeln entstammen zwei Erwachsenen, einer einem Kinde. Alle drei Exemplare entbehren des Unterkiefers, wie denn überhaupt im gesamten Material Unterkiefer oder Reste von solchen gänzlich fehlen.

a) Schädel Nr. 1.

Pfahlbau Alpenquai Zürich, 25. Februar 1916. Späte Bronzezeit.
Nummer der Anthropologischen Sammlung der Universität Zürich: 4405. D. I. 53.

Calvarium. Die Schädelbasis zeigt in der Region des Foramen magnum einen grossen Defekt, der die Pars lateralis und basilaris des Occipitale links nahezu vollständig, rechts teilweise eliminiert. Die vorhandenen Teile des Gesichtsskelettes habe ich zusammengesetzt und der Schädelkapsel angefügt. Es fehlen die obere Hälfte des rechten Maxilare, beide Nasalia und Palatina. Mediale und untere Wand der linken Orbita, Vorderseite des linken Maxillare und hintere Hälfte der Gaumenplatte und rechter Jochbogen zeigen grosse Defekte.

Die absolute Grösse des Schädels und das stellenweise, namentlich in der Temporalgegend ziemlich scharf markierte Oberflächenrelief machen die Zugehörigkeit zum männlichen Geschlecht wahrscheinlich. Da alle Nähte noch deutlich offen, die Zähne aber stark abgekaut sind, muss sich das Individuum im vorgeschrittenen adulten, aber noch nicht im maturen Stadium befunden haben. Pathologische Merkmale sind nicht zu beobachten.

Mit einer nach der Hirsemethode ermittelten Kapazität von 1400 cm^3 fällt der Schädel in die Mittelgruppe, d. h. unter die Euenkephalen der Klassifikation von P. und F. Sarasin. Auch die beiden feststellbaren Diameter des Hirnschädels, die grösste Länge von 184 und die grösste Breite von 142 mm sind Masszahlen von mittlerer Grösse. Zueinander in Beziehung gesetzt, ergeben sie einen Längenbreiten-Index von 77,2 und stellen den Schädel in die Gruppe der Mesokranen, resp. an die Grenze zwischen Subdolichokephale und Mesatikephale. Die Norma verticalis besitzt einen Umriss, der der Form „Ovoides“ der kranioskopischen Typen von G. Sergi am nächsten kommt, da Stirne und Hinterhaupt abgestumpft erscheinen; doch erinnert die Kontur dadurch auch an den Typus „Ellipsoides“, dass die grösste Schädelbreite mehr gegen die Mitte zu, d. h. etwa an der Grenze zwischen 6. und 7. Zehntel der Längsachse, gelegen ist. In der Scheitelansicht ist die grosse relative Breite der Stirn zu erkennen; zahlenmässig tritt dies im transversalen Fronto-parietal-Index hervor, demgemäss die auch absolut genommen ziemlich ansehnliche kleinste Stirnbreite von 99 mm 69,7 % der grössten Schädelbreite ausmacht. Die erhebliche Breitenentwicklung ist es auch, die an dem stattlichen Horizontalumfang von 529 mm besonderen Anteil hat. Sie selbst aber hat ihre Ursache in der Sutura frontalis persistens resp. in den Momenten, die den Zustand des Metopismus herbeiführten. Die Existenz der Stirnnaht übt ihren Einfluss auch auf die Kontur der Norma lateralis auf. Es kommt in der medianen Zone des Frontale zu einer Kielbildung, die von der Grenze zwischen dem ersten und zweiten Viertel an bis zum Bregma läuft, und dementsprechend erscheint in der Norma lateralis die Stirn stärker vorgewölbt. Die nicht sehr starke, aber relativ weit nach aufwärts reichende Glabellarkurve setzt sich somit deutlich gegen die kräftig ansteigende Cerebralkurve ab. Hinter dem Bregma besteht eine Einsenkung, von der aus der Parietalbogen in flacher Wölbung gegen den Lambdapunkt hinabzieht, um dort in die wohlgerundete Hinterhauptlinie überzugehen. Der orthokrane Längen-Ohrhöhen-Index von 61,9 entspricht dem Eindruck einer mittleren Höhenentwicklung des Schädels. Der Betrachtung der Norma occipitalis ist zu entnehmen, dass die grösste Schädelbreite ziemlich tief, d. h. auf dem hintern Teil der Squama temporalis liegt, von wo aus die Kontur, aufwärts konvergierend, die wenig ausgeprägten Tubera parietalia erreicht und dann in flachem Bogen zur Scheitelhöhe emporzieht.

Die einzelnen Knochen des Gehirnschädels zeigen wenig Besonderheiten. Am Stirnbein, dessen Metopismus schon erwähnt wurde, sind die Arcus superciliares schwach, die Tubera frontalia eher stark

ausgebildet. Jederseits verläuft ungefähr parallel zur Linea temporalis und in einer Entfernung von ca. 1 cm von ihr eine schmale, aber markante Furche und endigt in einem Foramen, das durch seine Grösse — der transversale Durchmesser beträgt rechts 2,5, links 3 mm — auffällt und rechts 22, links 15 mm über dem Oberrand der Orbita gelegen ist. Die Linea temporalis superior ist in ihrem präcoronoidealen Teil stark, aber nicht rauh entwickelt, während die untere Schläfenlinie sich gerade entgegengesetzt verhält. Das Planum temporale des Stirnbeins ist, namentlich linkerseits, vorgewölbt und trägt mit dazu bei, dass der Angulus sphenoidalis des Parietale (wiederum hauptsächlich links) eingesunken erscheint. Dieser Eindruck wird noch durch die Nachbarschaft der unteren Schläfenlinie verstärkt, die mit dem Überschreiten der Sutura coronalis kräftig wird, im Verlauf nach hinten wieder an Stärke abnimmt, aber als rauhe Linie bis zu ihrem Umbiegen in die Crista supramastoidea verfolgbar bleibt. Nahtanomalien zeigt die Pteriongegend nicht. Der grosse Keilbeinflügel verschmälert sich nach aufwärts nicht unerheblich. Auch die Schuppe des Schläfenbeins, die schmal und hoch gebaut ist, spitzt sich in der Richtung nach oben und vorn zu. Die allerdings etwas defekten Processus mastoidei sind von mittlerer Grösse. Das Muskelmarkenrelief der Hinterhauptschuppe hält sich in bescheidenen Grenzen. Etwas stärker treten nur die Lineae nuchae superiores und die Crista occipitalis externa hervor. Erwähnenswert ist eine Einsenkung, die jederseits an der Convexität der oberen Nackenlinie beginnt und dann furchenförmig, aber rasch verstreichend, nach innen und oben verläuft.

Da das Gesichtsskelett aus Fragmenten zusammengesetzt und an den Hirnschädel angefügt werden musste, beanspruchen die daran genommenen Masse nicht den Grad von Verlässlichkeit wie die Hirnschädelmasse. Eine neue Rekonstruktion würde voraussichtlich etwas veränderte Messresultate ergeben. Die Jochbogenbreite von 130 und die Obergesichtshöhe von 71 mm sind Masszahlen von mittlerer Grösse; der Obergesichts-Index, obschon noch als mesen zu bezeichnen, tendiert mit 54,6 zur Leptenie, d. h. der langen Form. Hochgebaut ist auch die Orbita; ihr Index, dem die vom Maxillofrontale aus gemessene Breite zugrunde liegt, beträgt 87,2. Unter Vorbehalt gebe ich die Indexzahl wieder, die sich aus den Messungen und Berechnungen an dem defekten Nasenskelett ergab: mit 53,8 ist sie zu den chamaerhinen Ziffern zu stellen. Auch die Feststellung der Maxilloalveolarmasse war wegen des defekten Erhaltungszustandes des Gaumens mit Schwierigkeiten verknüpft, und wenn aus ihnen ein Index von 143,7 erhalten wurde, so muss auch hier

bei erneuter Zusammenfügung mit etwas veränderten Zahlen gerechnet werden. Doch handelt es sich sicher um eine kurze, breite Gaumenform, und der Index wird nicht über die Grenzen der brachyuranischen Gaumen hinaustreten. Von den Zähnen sind jederseits der Eckzahn und die beiden untern Molaren, rechts ausserdem die beiden Prämolaren erhalten. Abgesehen von dem linken, nicht durchgebrochenen Weisheitszahn sind alle übrigen Zähne post mortem ausgefallen. Die vorhandenen Zähne sind, mit Ausnahme des linken zweiten Molars, so stark abgekaut, dass das Zahnbein ganz oder teilweise freiliegt.

b) Schädel Nr. 2.

Pfahlbau Alpenquai Zürich, 17. März 1916. Späte Bronzezeit.

Nr. der Anthropologischen Sammlung der Universität Zürich: 4406. D. I. 54.

Calvaria. Defekte finden sich in der Siebbeinplatte, an den Flügelfortsätzen und dem Körper des Keilbeins, den Condyli occipitales und den Processus mastoidei. Auffallend ist, dass die braune Pfahlbaufarbe nur in der rechten Hälfte des Schädeldaches eine zusammenhängende Fläche bildet; in der linken Hälfte und im Bereich der Schädelbasis herrscht ein hellerer Ton vor.

Allgemeiner Oberflächencharakter und Stirnbildung sprechen für das weibliche Geschlecht. Das Objekt steht am Übergang von der adulten zur maturen Periode; denn nur im hinteren Teil der Sutura sagittalis und in der rechten Schläfengegend sind Anfänge der Verwachsung zu beobachten. Krankhafte Erscheinungen fehlen.

Der Schädelinnenraum von 1335 cm^3 charakterisiert den Schädel als aristenkephalen. In den Längenmassen stimmt dieser Schädel mit dem vorhergehenden fast vollkommen überein; es beträgt die grösste Schädellänge 185, die Glabello-Inionlänge 168 und die Glabello-Lambdalänge 179 mm. Dagegen steht der Schädel Nr. 2 mit 131 mm grösster Schädelbreite hinter dem Exemplar Nr. 1 erheblich zurück, und dementsprechend auch hinsichtlich des Längenbreiten-Index; die Zahl 70,8 ist der Ausdruck für eine ausgesprochen langgebaute, dolichokrane Form. In der Norma verticalis erscheint der Schädel als typischer Ovoides. Die Mediansagittalkurve beginnt am Nasion mit einer sehr schwachen Pars glabellaris, steigt steil. fast senkrecht an, biegt aber bald als gerundete Linie nach hinten und oben um; sie erreicht den höchsten Punkt ziemlich weit hinter dem Bregma, etwa an der Grenze zwischen vorderem und mittlerem Drittel des Parietalbogens und fällt dann als zusehends flacher werdende Linie gegen das Lambda ab, wo der kräftig und schön gewölbte Occipitalbogen einsetzt. Legt man der Berechnung des

Längenhöhenverhältnisses die Basion-Bregmahöhe von 132 mm oder die Ohr-Bregmahöhe von 111 mm zugrunde, so ergibt sich in jedem Fall eine orthokrane Zahl und zwar im ersteren 71,4, im letzteren 60,0. Die Basion-Bregmahöhe übersteigt die grösste Schädelbreite um 1 mm und bildet daher mit letzterer den ausgesprochen akrokranen Index 100,8. In der Norma occipitalis präsentiert sich die Schädelkontur anders als beim ersten Objekt. Da die grösste Schädelbreite höher, d. h. zwischen Tubera parietalia und Sutura squamosa, liegt, konvergieren von dort an die Seitenwände nach abwärts, wenigstens bis zur Crista supramastoidea, während der obere Teil der Umrisslinien einen einzigen zusammenhängenden vollen Bogen bildet, der über den Scheitel hinwegläuft. Es liegt somit eine schwache Ausprägung der Bombenform vor.

Von der Stirnnaht ist in einer Entfernung von 16 mm vom Nasion ein 5 mm langer unzusammenhängender Rest vorhanden. Die Orbitaldächer besitzen Cribra orbitalia. Die Lineae temporales sind trotz ihrer schwachen Ausprägung auf ihrem ganzen Weg über das Parietale leicht zu verfolgen. Im Vergleich zu Schädel Nr. 1 ist die Temporalschuppe eher niedrig und breit, und auch die Ala magna ist breiter. Zwischen ihrer hinteren Ecke, dem Parietale und dem Temporale ist ein kleiner dreieckiger Schaltknochen eingefügt. Auf dem Warzenfortsatz tritt die Crista mastoidea stark hervor. Sie erscheint als Fortsetzung der Linea nuchae superior, welche von der Medianlinie bis zur Sutura occipito-mastoidea als Leiste deutlich hervortritt. Über der oberen Nackenlinie finden sich wiederum die Einsenkungen, die in der Beschreibung des vorhergehenden Objektes namhaft gemacht worden sind. Aus den Variationen der Schädelbasis hebe ich eine Ossifikationslücke im rechten Tympanicum hervor.

c) Schädel Nr. 3.

Pfahlbau Alpenquai Zürich, 25. März 1916. Späte Bronzezeit.
Nr. der Anthropologischen Sammlung der Universität Zürich: 4407. D. I. 55.

Calvarium. Der besterhaltene der drei Schädel; Defekte zeigen den linken Warzenfortsatz, die beiden Jochbogen und die mediale Wand der linken Augenhöhle. Das Individuum steht in der Übergangszeit zwischen früher und später Kindheit; der erste Molar ist ganz durchgebrochen. Der Hirnschädel ist mit dem ansehnlichen Innenraum von 1250 cm^3 ausgestattet. Die grösste Schädellänge von 169 und die grösste Breite von 132 mm kombinieren sich zum Längenbreiten-Index von 78,1. Die Basion-Bregmahöhe von 125 mm liegt dem Längenhöhen-Index von 74,0 und dem Breitenhöhen-Index

von 94,7 zugrunde. Bei der Normenbetrachtung fallen die typisch kindlichen Formen ins Auge. So ist in der Norma verticalis die Rhomboides-Form unverkennbar, mit welcher der ziemlich kleine transversale Frontoparietal-Index von 65,2 in Einklang steht. In der Norma lateralis erkennt man die glabellenlose, senkrecht aufsteigende Stirn, die verhältnismässig flache Scheitelpartie, welche kräftig in die nach dem Lamda abfallende Linie umbiegt, um in die sich schon oberhalb vom Lambda bemerkbar machende, vorspringende Occipitalkurve überzugehen. Die Norma occipitalis präsentiert die ausgesprochene Bombenform. Trotz der Defekte in dem Jochbogen kann die grösste Gesichtsbreite in ihrem Bereiche mit geringem wahrscheinlichen Fehler zu 104 mm festgestellt werden. Der Obergesichts-Index von 50,9 fällt an die untere Grenze der Mesenie, der Orbital-Index von 87,9 in die Kategorie der Hyprikonchie und der Nasal-Index von 59,5 in diejenige der Hyperchamaerhinie. Die Berechnung des Maxilloalveolar-Index führte zu der brachyuranischen Zahl 133,3, die Ermittlung des Gaumen-Index unter Zugrundelegung der zwischen den ersten Molaren gemessenen Breite zur leptostaphylinen Ziffer 78,9.

Von der Sutura frontalis besteht am coronalen Ende noch ein 9 mm langer Rest, der, wie beim Schädel Nr. 1, rechts vom Bregma die Sutura coronalis verlässt. In den Dächern beider Augenhöhlen finden sich leichte Cribra orbitalia. Die beiden Pteria sind durch die Anwesenheit von je einem Schaltknochen ausgezeichnet. Rechts ist er zwischen Temporale, Parietale und Sphenoidale eingefügt, so dass die beiden letztgenannten Knochen vor ihm auf einer kurzen Strecke noch aneinander grenzen. Links dagegen liegt er zwischen Frontale, Parietale und Sphenoidale. Die Ala magna greift als schmaler Fortsatz hinter dem Schaltknochen herauf, so dass auch hier eine schmale Sutura spheno-parietalis zustande kommt. An der Facies orbitalis des linken Os zygomaticum zieht vor der Sutura spheno-zygomatica eine tiefe Furche abwärts und fliesst mit dem unteren Ende diese Naht zusammen. Diese auf der rechten Seite wesentlich schwächer ausgeprägten Verhältnisse sind vielleicht als ein Rest der ehemals weiter herauf reichenden Kommunikation zwischen Augenhöhle und Schläfengrube aufzufassen. Wenig rechts von der Medianlinie und 4 mm vor der Fissura spheno-occipitalis gelegen, findet sich die pharyngeale Öffnung eines Canalis pharyngeus persistens. Sein Lumen lässt eine vorsichtig eingeführte Borste eben passieren und 14 mm weit einführen. Ob der ganze Kanal und auch die cerebrale Öffnung erhalten ist, war vorläufig nicht festzustellen.

Die Masszahlen und Indices, die aus den metrischen, nach R. Martin's Methoden ausgeführten Untersuchung der drei Schädel, resultierten, finden sich in den folgenden Tabellen zusammengestellt.

Absolute Masszahlen.

Mass-Nr. nach R. Martin	Sammlungs-Nr. des Anthropologischen Institutes Zürich:	1. 4405	2. 4006	3. 4407
1	**Grösste Hirnschädellänge**	184	185	169
2	**Glabello-Inionlänge**	168	168	146
3	**Glabello-Lamdalänge**	180	179	166
5	**Schädelbasislänge**	—	103	88
7	**Länge des Foramen magnum**	—	31	34
8	Grösste Hirnschädelbreite	143	131	132
9	**Kleinste Stirnbreite**	99	95	86
10	Grösste Stirnbreite	123	116	110
11	Biauricularbreite	126	108	101
12	Grösste Hinterhauptsbreite	123	101	96
13	Mastoidealbreite	(106)	—	81
17	Basion-Bregmahöhe	—	132	125
20	**Ohr-Bregmahöhe**	114	111	107
20a	Kalottenhöhe	—	104	108
23	Horizontalumfang über die Glabella	529	514	470
24	**Transversalbogen**	312	302	291
25	**Mediansagittalbogen**	383	373	353
26	Mediansagittaler Frontalbogen	135	123	125
27	„ Parietalbogen	128	129	127
28	„ Occipitalbogen	120	121	101
28(1)	„ Oberschuppenbogen	82	79	72
29	Mediansagittale Frontalsehne	116	108	106
30	„ Parietalsehne	117	117	111
31	„ Occipitalsehne	99	97	87
31(1)	„ Oberschuppensehne	75	71	64
38	**Schädelkapazität**	1400	1335	1250
40	**Gesichtslänge**	—	—	81
43	**Obergesichtsbreite**	105	102	87
44	**Biorbitalbreite**	97	—	80
45	**Jochbogenbreite**	(130)	—	(104)
46	**Mittelgesichtsbreite**	—	—	72
48	**Obergesichtshöhe**	(71)	—	53
49	Hintere Interorbitalbreite	(27)	—	23
50	**Vordere Interorbitalbreite**	—	—	21
51	**Orbitalbreite vom Maxillofrontale aus**	39	—	33
52	**Orbitalhöhe**	34	—	29
54	**Nasenbreite**	(28)	—	22

Die eingeklammerten Zahlen entsprechen denjenigen Massen, die infolge von Defekten ergänzt oder berechnet werden mussten, oder auf die rekonstruierten Teile des Schädels gegründet sind.

Mass-Nr. nach R. Martin	Sammlungs-Nr. des Anthropologischen Institutes Zürich:	1. 4405	2. 4406	3. 4407
55	Nasenhöhe	52	—	37
57	Kleinste Breite der Nasenbeine	—	—	9
57(1)	Grösste Breite der Nasenbeine	—	—	(16)
60	Maxilloalveolarlänge	48	—	39
61	Maxilloalveolarbreite	69	—	52
62	Gaumenlänge	—	—	38
63	Gaumenbreite	48	—	30
72	Ganzprofilwinkel	—	—	86
73	Nasaler Profilwinkel	—	—	88
74	Alveolarer Profilwinkel	—	—	82
75	Profilwinkel des Nasendachs	—	—	64
75(1)	Winkel des Nasendachs mit d. Profillinie	—	—	22
	Indices.			
1	Längenbreiten-Index	77,2	70,8	78,1
2	Längenhöhen-Index	—	71,4	74.0
3	Breitenhöhen-Index	—	100,8	94,7
4	Längen-Ohrhöhen-Index	61,9	60.0	63,3
5	Kalottenhöhen-Index	—	61,9	74.0
6	Transversaler Frontal-Index	80,5	81,9	78,2
7	Transversaler Frontparietal-Index	69,7	72,5	65,2
8	Sagittaler Frontparietal-Index	94,8	104,9	101,6
9	„ Frontal-Index	85.9	87,8	84,8
10	„ Parietal-Index	91,4	90,8	87,4
11	„ Occipital-Index	82,5	80,2	86,1
12	Krümmungs-Index der Oberschuppe	91,5	89,9	88,9
13	Obergesichts-Index	54,6	—	50,9
14	Orbital-Index	87,2	—	87,9
15	Interorbital-Index	—	—	26,3
16	Nasal-Index	(53,8)	—	59,5
17	Maxilloalveolar-Index	(143,7	—	133,3
18	Gaumen-Index	—	—	78,9
19	Transversaler Craniofacial-Index	91,6	—	(78,8)
20	Frontobiorbital-Index	94,3	93,1	98,8
21	Jugofrontal-Index	76,1	—	(82,7)
22	Transversaler Nasenbein-Index	—	—	(56,3)

Die eingeklammerten Zahlen entsprechen denjenigen Massen, die infolge von Defekten ergänzt oder berechnet werden mussten, oder auf die rekonstruierten Teile des Schädels gegründet sind.

2. Die Schädelfragmente.

Wenig lässt sich über die Bruchstücke von Schädeln sagen, die sich vereinzelt vorfanden. Es sind ihrer zehn.

1. Nr. 4408. D. I. 56. 25. Februar 1916. Bruchstück eines linken Parietale, nach vorn durch 46 mm der Sutura coronalis, nach der

Medianen durch 65 mm der Sutura sagittalis, nach den übrigen Seiten durch unregelmässige Bruchränder begrenzt.

2. Nr. 4409. D. I. 57. 28. Februar 1916. Stirnbein mit zerstörter Nasal-, Orbital- und Supraorbitalpartie. Erhaltungszustand der Oberfläche schlecht. Von der Facies cerebralis blättert die oberflächlichste, dunkelbraune Schicht ab. Kleinste Stirnbreite 103 mm. Nach dem Rest der rechten Supraorbitalgegend zu urteilen, waren die Augenbrauenbogen sehr prominent.

3. Nr. 4410. D. I. 58. 17. März 1916. Bruchstück eines rechten Parietale, nach vorn durch 45 mm der Sutura coronalis, nach der Medianen durch 81 mm der teilweise defekten Sutura sagittalis, nach den übrigen Seiten durch unregelmässige Bruchwände begrenzt.

4. bis 6. Nr. 4411. D. I. 59. 25. März 1916. Drei zu einem Kinderschädel gehörige, aber nicht zusammensetzbare Knochen (beide Parietalia und die Squama occipitalis). Nach der abgerundeten Bregmaecke der beiden Parietalia zu schliessen war die Fontanelle noch nicht ganz geschlossen. Der mittlere Abschnitt der Sutura temporoparietalis trägt den Charakter einer gezackten Sutura harmonia. An der Hinterhauptschuppe befindet sich jederseits ein Rest der Sutura mendosa.

7. Nr. 4412. D. I. 60. Linkes, in seiner lateralen Partie defektes Parietale im Zusammenhang mit dem angrenzenden Stück des Frontale. An der Facies cerebralis ist die Verwachsung der beiden Knochen schon stark fortgeschritten; an der Aussenseite ist die Naht noch erhalten. Parietalbogen 122 mm, Parietalsehne 110, sagittaler Parietal-Index 90,2.

8. Nr. 4413. D. I. 61. Squama occipitalis. Distanz zwischen beiden Asterien 109 mm. Das Tuberculum linearum ist ein kleiner markanter Höcker. Auf der schmalen Crista occipitalis externa erhebt sich sowohl an der Vereinigungsstelle der oberen, als auch an derjenigen der unteren Nackenlinie ein kleiner Stachel.

9. u. 10. Nr. 4414. D. I. 62. Zwei Fragmente eines linken Parietale. Beide grenzen vorn an die Sutura coronalis, das mediale medialwärts an die Sutura sagittalis, das laterale lateral an die Sutura temporoparietalis. Die geschwärzten Partien, namentlich der lateralen der beiden Bruchstücke sind als Spuren von Brandeinwirkung zu deuten.

3. Die Extremitätenknochen.

Von den sechs Extremitätenknochen, die der Pfahlbau am Alpenquai bis jetzt zutage förderte, gehören alle den unteren Gliedmassen an. Es handelt sich um ein Hüftbeinfragment, vier Oberschenkelknochen und ein Schienbein.

a) Fragment eines Hüftbeines.

Nr. 4415. D. I. 63. Es liegt ein rechtsseitiges Os coxae vor, dem das ganze Os pubis und der Ramus inferior ossis ischii fehlt. Die Beckenhöhe beträgt 208 mm, die Darmbeinhöhe 131 mm, die Tiefe der Fossa iliaca 10 mm, die Darmbeinbreite 146 mm, die Breite der Darmbeinschaufel 86 mm, die Sitzbeinhöhe 81 mm, die wahre Höhe des kleinen Beckens 126 mm und der Sitz-Hüftbein-Index 38,9.

b) Oberschenkelknochen.

Nr. 4416—4419. Von den vier Femora fallen zwei auf die rechte, zwei auf die linke Körperseite. Alle scheinen Erwachsenen zu entstammen. Den Objekten Nr. 1, 2 und 4 fehlen proximale und distale Epiphyse, Nr. 3 nur die distale. Dieser mangelhafte Erhaltungszustand reduziert die Untersuchungsmöglichkeiten stark. So können nirgends die Längenmasse genommen und die Körpergrössen berechnet werden.

Die Messresultate finden sich in folgender Tabelle zusammengestellt:

Masse und Indices der Oberschenkelknochen.

Mass-Nr. nach R. Martin	Sammlungs-Nr. des Anthropologischen Institutes Zürich:	1 4416 D. I. 64	2 4417 D. I. 65	3 4418 D. I. 66	4 4419 D. I. 67
1—5	Längenmasse	—	—	—	—
6	Sagitt. Durchmesser der Diaphysenmitte	25	24	28	26
7	Transv. Durchmesser der Diaphysenmitte	26	23	25	26
8	Umfang der Diaphysenmitte	77	73	84	80
9	Oberer transv. Diaphysendurchmesser	32	28	31	33
10	Oberer sagitt. Diaphysendurchmesser	23	21	24	23
11	Kleinster unt. sagitt. Diaphys.-Durchm.	—	(25)	(26)	—
12	Unterer transv. Diaphysendurchmesser	—	(47)	(48)	—
13	Obere Epiphysenlänge	—	—	95	—
14	Collumlänge	—	—	70	—
15	Vertikaler Durchmesser des Collum	—	—	31	—
16	Sagittaler Durchmesser des Collum	—	—	28	—
17	Umfang des Collum	—	—	100	—
18	Vertikaler Durchm. des Femurkopfes	—	—	49	—
19	Transvers. Durchm. des Femurkopfes	—	—	49	—
20	Umfang des Jemurkopfes	—	—	154	—
21—26	Masse an der distalen Epiphyse	—	—	—	—
27	Krümmung der Diaphyse (Radius)	1381	965	1002	83,8
29	Collo-Diaphysen-Winkel	—	—	138°	—
	Index des Diaphys.-Querschn. der Mitte	96,2	104,4	112	100
	„ „ oberen Diaphys.-Querschn.	71,9	75	77,4	69,7
	„ „ Collum-Querschnittes	—	—	90,3	—
	„ „ Caput-Querschnittes	—	—	100	—

c) Schienbein.

Nr. 4420. D. I. 68. Die einzige bis jetzt aufgefundene Tibia ist einem jugendlichen Individuum zuzuweisen. Zwar fehlen die beiden Epiphysen; aber Teile der proximalen und distalen Fläche, denen der Knorpel der Epiphysenfuge aufgelegen, sind noch vorhanden. Der Abstand zwischen beiden Diaphysenfugen von 263 mm ist das einzige Längenmass, das ermittelt werden kann. Im Niveau der Tuberositas tibiae erhält man einen sagittalen Durchmesser von 33 mm und einen transversalen von 27 mm. Aus den beiden Durchmessern der Diaphysenmitte, dem sagittalen von 24 mm und dem transversalen von 16 mm, lässt sich ein Index von 66,7 berechnen. Verlegt man die Messebene in das Niveau des Foramen nutritium, so erhöhen sich die Masszahlen der Durchmesser auf 26 und 19 mm, die Indexziffer auf 73. Die Feststellung von Winkelmassen verbietet der fragmentäre Zustand des Knochens.

Wie schon eingangs bemerkt, empfiehlt es sich nicht, auf Grund des bis heute aus dem Pfahlbau am Alpenquai in Zürich vorliegenden, beschränkten anthropologischen Materials schon zu eingehenden vergleichenden und rassendiagnostischen Arbeiten zu schreiten. Indessen ist bereits zu erkennen, dass hinsichtlich des Längenbreiten-Index des Schädels die vorstehenden Resultate sich gut in den Rahmen der bisherigen Kenntnisse von den Schädelformen der Pfahlbauer einfügen. Bekanntlich sind die Schädel aus den älteren neolithischen Pfahlbauten durch Brachykephalie ausgezeichnet. In der späteren Periode des Neolithikums erscheinen die Dolichokephalen; sie erhalten sich in die Bronzezeit hinein, treten aber dann zahlenmässig hinter den Mesokephalen zurück.

Das stimmt mit unseren eigenen Befunden. In unserer kleinen Sammlung fehlen Brachykephale; von den drei Schädeln sind zwei mesokephal, einer dolichokephal, und dabei ist durch den Leiter der Ausgrabungen, Herrn Dr. Viollier, Vizedirektor des Schweizerischen Landesmuseums, der Nachweis geleistet worden, dass der Pfahlbau der späten Bronzezeit angehört.

Dass Reste kindlicher Individuen, wie Studer und Bannwarth zeigten, einen verhältnismässig grossen Anteil an dem anthropologischen Material der Pfahlbauten haben, wird durch die vorliegenden Untersuchungen bestätigt.

Im Vergleich zu früheren Pfahlbau-Fundstätten bietet die unsrige verhältnismässig viele Gliedmassenknochen. Für die Station am

Alpenquai ist man daher nicht genötigt, zu den Hypothesen der Schädeltrophäen und des Schädelkultus Zuflucht zu nehmen. Die hier besprochenen Knochenreste stammen meiner Ansicht nach von verunglückten Individuen. Dass hier ein Brand im Pfahlbau wohl eine Rolle gespielt hat, scheint mir aus den Feuerspuren hervorzugehen, die eines unserer Objekte aufweist.

Ich möchte diese Ausführungen nicht schliessen, ohne der Organe des Schweizerischen Landesmuseums, des Direktors Herrn Prof. Dr. LEHMANN, und des Vizedirektors Herrn Dr. VIOLLIER, dankbar zu gedenken, die ihre Aufmerksamkeit auch den anthropologischen Fundstücken zuwandten und so die Sammlungen um eine Anzahl wertvoller Objekte bereicherten. Möge auch über der Fortsetzung der Ausgrabungsarbeiten im Pfahlbau am Alpenquai ein guter Stern leuchten und noch manche wissenschaftliche Kostbarkeit dem Grunde des Zürichsees enthoben werden!

Figurenerklärungen.

Taf. I. Normae verticales der drei Pfahlbauschädel.

Fig. 1. Schädel Nr. 1 (4405. D. I. 53). Calvarium.
„ 2. „ „ 2 (4406. D. I. 54). Calvaria.
„ 3. „ „ 3 (4407. D. I. 55). Calvarium, Kind.

Taf. II. Normae laterales der drei Pfahlbauschädel.

Fig. 4. Schädel Nr. 1.
„ 5. „ „ 2.
„ 6. „ „ 3.

Taf. III.

Fig. 7. Schädel Nr. 2, Norma frontalis.
„ 8. „ „ 2, „ occipitalis.
„ 9. „ „ 3, „ frontalis.
„ 10. „ „ 3, „ occipitalis.

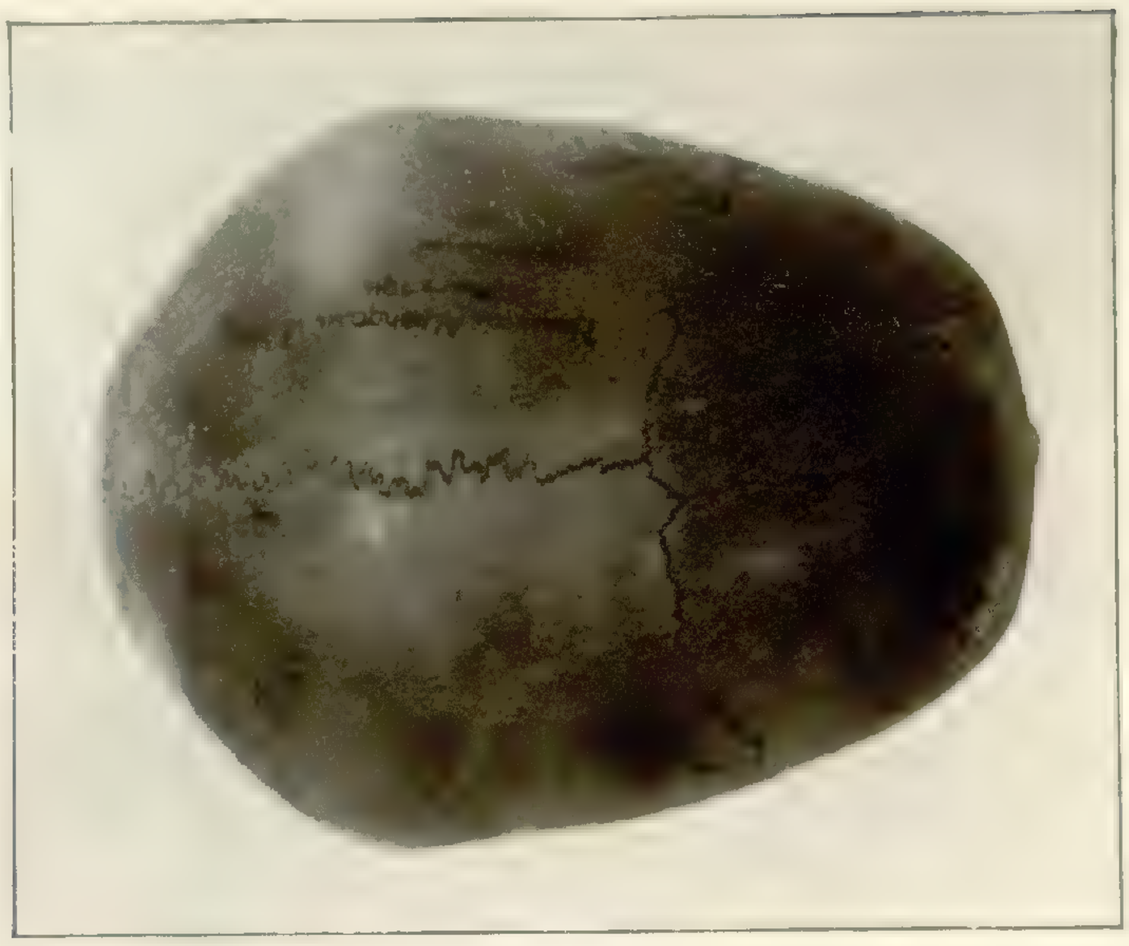


Fig. 3. Sphaerochaufen gho'.

Fig. 2.

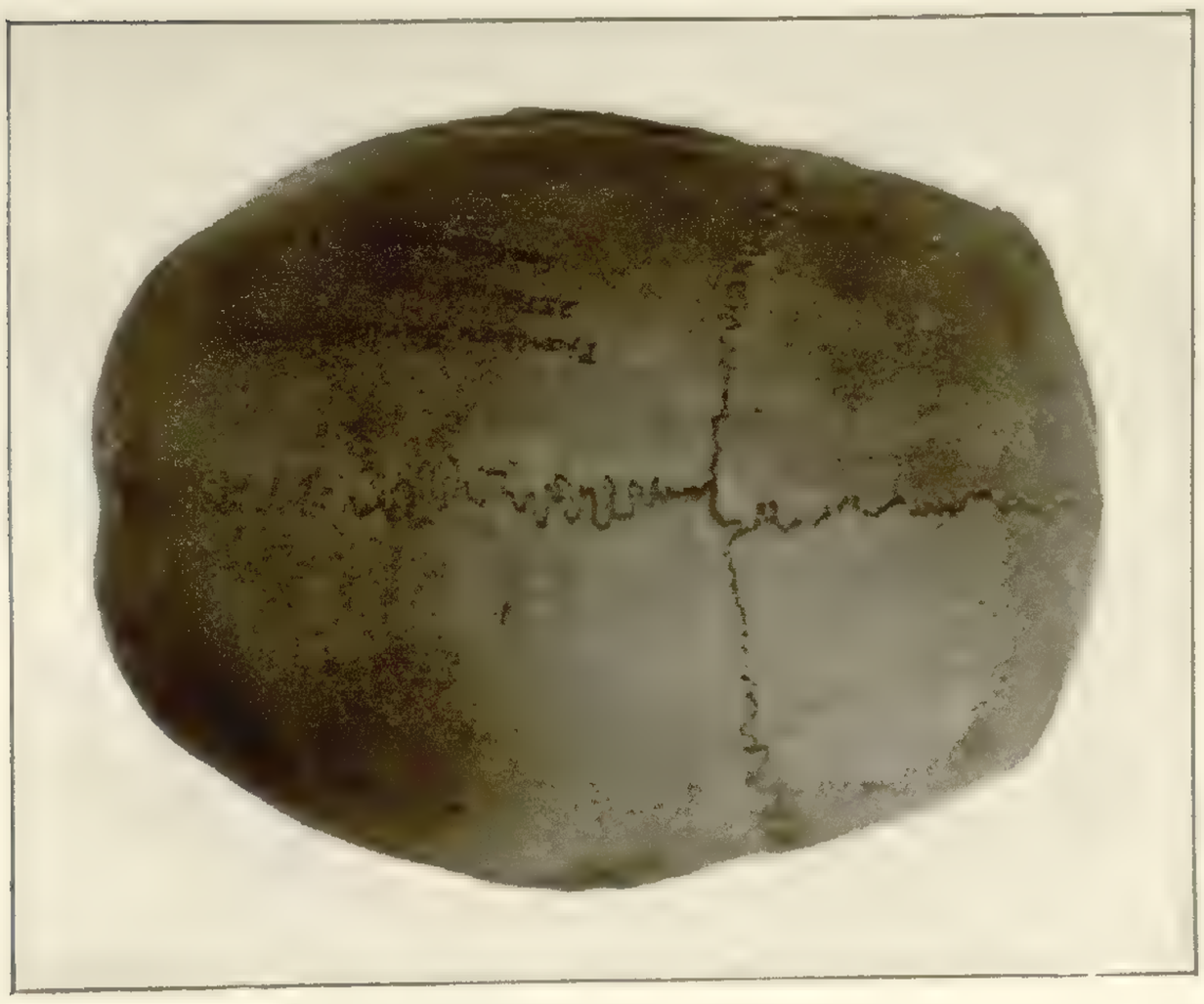


Fig. 1.

Fig. 4.

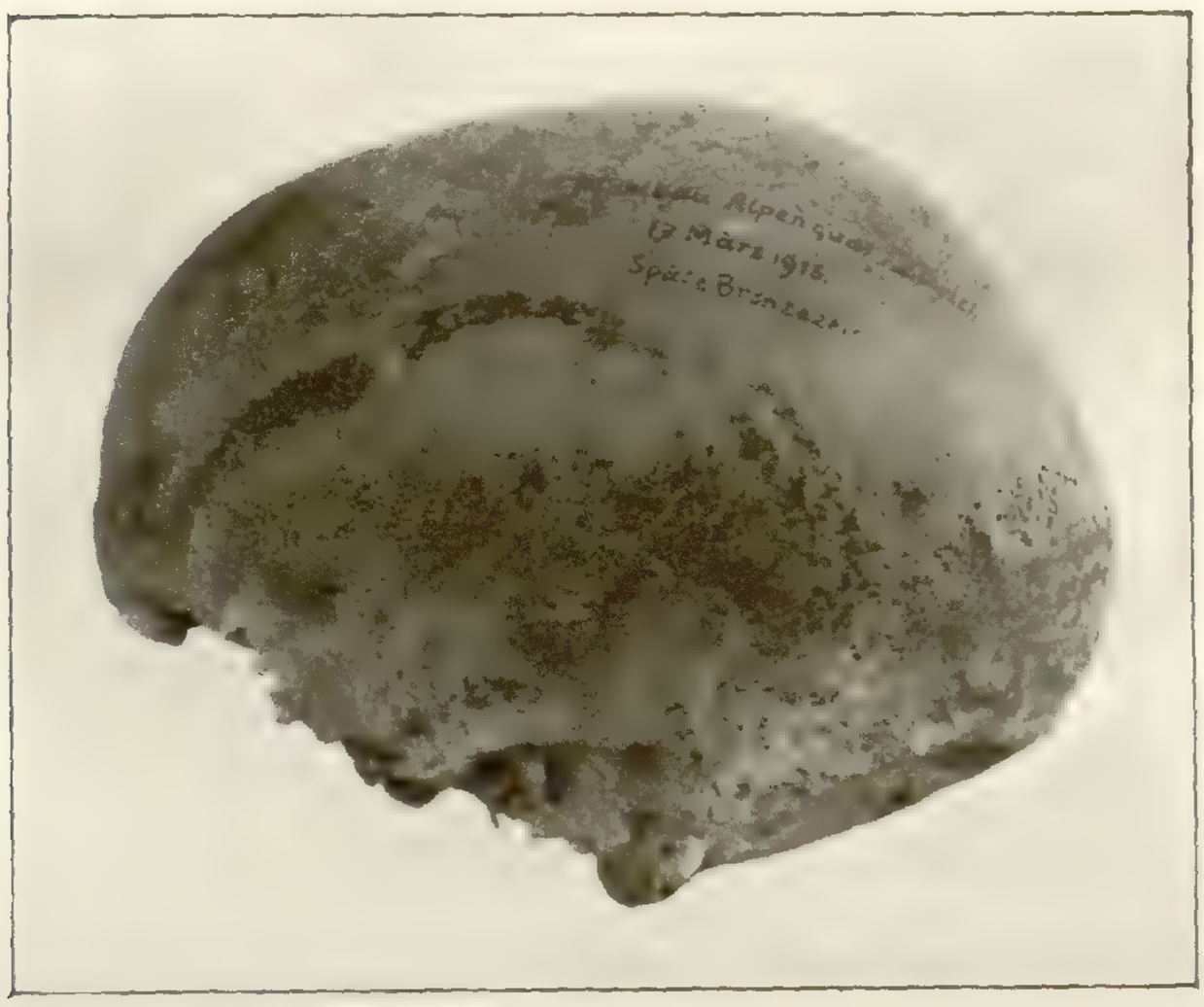


Fig. 5.

Fig. 6.

Schlaginhaufen phot.

Fig. 7.

Fig. 9.

Fig. 8.

Fig. 10.

Schlaginhaufen phot.

Conrad Gessner's „Waldrapp".

Versuch einer Ergänzung und textkritischen Ordnung des vorhandenen Materials.

Von

J. Strohl.

(Als Manuskript eingegangen am 2. Mai 1917.)

Eine kürzlich in das Zoologische Museum der Universität Zürich gelangte Gruppe von syrischen Schopfibissen (*Geronticus eremita* [L.]) war die äussere Veranlassung zu der vorliegenden Studie über diesen eigentümlichen Vogel und seine vermutlichen Beziehungen zu dem von Conrad Gessner im 16. Jahrhundert beschriebenen „Waldrapp". Denn wenn auch das Problem in den letzten Jahren, zumal von Ornithologen, häufig und zum Teil in vortrefflicher Weise erörtert worden ist[1]), so bestehen doch, wie sich zeigen wird, in dem literarischen Bildgewebe, das die Identität der beiden Vogeltypen illustrieren und zugleich ein Denkmal der früheren Existenz des „Waldrapp" in der Schweiz darstellen soll, noch Lücken genug, die es auszufüllen gilt, wenn die Frage wirklich als gelöst betrachtet werden soll. Dazu ist aber mannigfache Mitarbeit erforderlich. Betreffen doch die dazu noch nötigen Untersuchungen eigentlichstes Grenzgelände, das an Berührungen zwischen verschiedenen Interessenkreisen (Naturwissenschaften, Philologie, Kultur- und Kunstgeschichte, Heimat- und Volkskunde) ebenso reich ist, wie dürftig an Verbindungswegen zum fruchtbringenden Austausch. Da also an der Klärung der Frage zahlreiche Disziplinen mehr oder weniger interessiert sind, ergibt sich zunächst die Notwendigkeit, das Waldrapp-Problem aus der zoologischen Spezialliteratur, in der es bis jetzt fast ausschliesslich erörtert wurde, herauszurücken und in einen weiteren Gesichtskreis hineinzustellen. Als eine erste Etappe dahin kann die Behandlung der Frage in dieser Festschrift betrachtet werden, die ja bestimmt ist, in die Hände wenigstens sehr verschieden orientierter Naturforscher und aus allen Teilen der Schweiz kommender Versammlungs-

[1]) Diejenigen modernen Autoren, die im Text ohne bibliographischen Hinweis erwähnt sind, finden sich in dem Literaturverzeichnis p. 538 aufgeführt.

teilnehmer zu gelangen. Möge dies in irgend einer Weise der weiteren Klärung des Problems zugute kommen! Doch auch aus andern Gründen noch hat die Untersuchung wohl ihre Berechtigung in der Begrüssungsschrift zu einer Zusammenkunft, die im Zeichen einer Zentenarfeier steht. Ergibt sich aus dem Thema doch eine retro-

Phot. Dr. Max Kupfer.

Fig. 1. Der **„Waldrapp“**, aus Conrad Gessner's „Icones avium“ 1555, p. 22.

spektive und nicht uninteressante Illustration zur Betrachtungsweise der Natur in verschiedenen Epochen!

In Conrad Gessners Vogelbuch, das zum erstenmal 1555 in lateinischer Sprache als „Historia avium“ erschien und einen Teil der Naturgeschichte des Zürcher Polyhistors darstellt, findet sich unter der Bezeichnung „Waldrapp“ resp. *Corvus sylvaticus* die Abbildung eines sonderbaren, einheimischen Vogels, die beifolgend nach einem Gessnerschen Vorbild reproduziert ist (vgl. Fig. 1). Der

den Vogel betreffende Text lautet in der aus äussern Gründen zur Vorlage gewählten, deutschen Ausgabe von 1557 (Zürich, Froschauer) p. 200 folgendermassen [1]):

„Der Vogel / welches Figur hie verzeichnet stadt / wirt von den unsern gmeinlich ein Waldrapp genennt / darumb dass er inn einöden wälden wonet: da er dann in hohen schrofen / oder alten einöden thürnen und schlössern nistet / dannenhär er auch ein Steinrapp genennt wirt / und anderschwo in Bayern und Steürmark ein Klaussrapp von den velsen und engen Klausen / darin dann er sein näst macht. In Lutringen und bei dem Paffyersee [2]) wirt er ein Meerrapp genennt. An andern Orten ein Waldrapp / als in Italien: da er dann etwan von einem menschen / so an einem seil hinabgelassen / aussgenommen und für einen schläck gehalten wirt / wie er auch bei uns in etlichen hohen schroffen bey dem bad Pfäfers gefunden wirt / da sich auch etliche weidleut hinab gelassen habend. Von seiner stimm wirt er auch ein Scheller geheissen. Etliche haltend den für den Phalacrocoracem: dann er von grösse und farb schier dem Rappen änlich ist: er gwünt auch einen glatz in seinem alter / als ich gesehen hab. Turnerus haltet den Wasserrappen Aristotelis und Phalacrocoracem Plinii / und unsern Waldrappen für einen vogel / aber nit recht / dieweyl er derselbigen vöglen beschreybung nit änlich ist: dann er nit breitfüssig ist / und darzu kein Wasservogel / sunder er sucht in grünen gärten und massächten [3]) orten sein narung. Unserer Waldrapp ist in der grösse einer Hennen / gantz schwarz gfarbt wenn du in von weytnuss anschauwest: besichst du aber in an der nähe / fürauss gegen der Sonnen / bedunckt er einen mit grün vermischt seyn. Seine füss sind auch garnach [4]) als der Hennen / länger unnd zerspalten, der schwantz ist nit lang / und hat auff seinem Kopff ein streüsslin hindersich gricht: nit weiss ich ob diss an allen / und allzeyt gesehen wirt. Der Schnabel ist rotlecht / lang / und komlich im erdtrich zu graben / und in die engen Klufften der mauren / boeumen und velsen zu stossen / damit er die verborgnen würmlin und käferlin härauss ziehe. Er hat lange tunckle rote bein. Sy gläbend [5]) der Höuwschräcken / Gryllen / Fischlinen und kleinen Fröschlinen. Merteils nistet er auff alten und hohen mauren der zerbrochenen schlösseren: welcher dann im Schweytzerland seer vil gefunden werdend. Als ich diss vogels magen zerschnitten / hab ich über andere unzifer auch vil deren thierlinen gefunden / so den wurtzen der früchten schaden thund / fürauss dem hirss / welche die unseren Twären [6]) nennend. Sy ässend auch würm / darauss Meyenkäfer werdend. Dise vögel fliegend seer hoch. Die legend zwey oder dreü eyer. Sy fliegend zum ersten auss allen vöglen hinweg / on zweyfel umb den Anfang dess brachmonats. Ire jungen etliche tag vorhin ee denn sy fluck worden auss dem näst genommen / mögend leychtlich auferzogen und gezämpt werden / also / dass sy in die äcker hinauss fliegend und schnäll wiederumb heim kommend. Ire jungen werdend auch zur speyss gelobt / und für einen schläck gehalten: denn

---

[1]) Auf Textvariationen in verschiedenen Ausgaben soll an anderer Stelle eingegangen werden (vgl. p. 509/10 und p. 515/16).

[2]) In der lateinischen Ausgabe: Lacus Verbanus = Lago Maggiore.

[3]) = sumpfig, moorig.

[4]) = beinahe.

[5]) = geleben (von).

[6]) = Werren (Maulwurfsgrillen); lateinisch bei Gessner: [insecta quae] Galli *curtillas* vocant, nostri transversas (twären) à pedum situ ut conjicio è gryllorum genere.

sy habend ein lieblich fleisch unnd weich gebein. Die sy aber aus irem näst nemmend / die lassend in einem jetlichen eins ligen / damit sy am nachgenden jar dester liber widerkommend."

In dem 1555 erschienenen Vogelbilderbuch, den „Icones Avium", das dieselben Bilder wie die Naturgeschichte enthält, jedoch ohne beschreibenden Text, nur mit den Namen der abgebildeten Vögel, lautet die Erklärung zum Waldrapp-Bild:

Corvus selvaticus, Ibis nigra secundum Bellonium, ni fallor.
Italice: Corvo sylvatico, Corvo spilato, Corvo marino.
Lotharingis: Corneille de mer.
German.: Waldrapp, Steinrapp, Claussrapp.

Bemerkenswert ist hier die Bezeichnung: „schwarzer Ibis" mit Bezugnahme auf Bellonius, was jedoch, so viel ich weiss, in keine der deutschen Textausgaben übergegangen ist (vgl. p. 509).

Die zuerst erwähnte sehr anschauliche Darstellung des Gessnerschen Vogelbuches lässt wohl in der Hauptsache kaum einen Zweifel darüber bestehen, dass Gessner selbst den Vogel, den er da beschreibt, gesehen hatte, und dass es sich dabei um ein einheimisches Tier handelte. Die heutige Fauna der Schweiz enthält nun aber keinen Vogel, auf den Gessner's Abbildung und Beschreibung passen würde. Ja noch mehr: die Ornithologen wussten bis vor verhältnismässig kurzer Zeit überhaupt nicht, was aus diesem „Waldrapp" machen; auch ausserhalb der Schweiz kannten sie nichts Entsprechendes. Um so mehr Aufsehen musste es daher erregen, als im Jahr 1897 Baron W. Rothschild, E. Hartert und O. Kleinschmidt an Hand der ornithologischen Literatur mit der Ansicht hervortraten, dass Gessner's meist unter den Raben eingereihter „Waldrapp" identisch sei mit einer in Syrien und Nordafrika vorkommenden Ibisart, dem Schopfibis, *Ibis comata* Rüp. oder *Geronticus eremita* (L.) (vgl. Fig. 2). Dieser Vogel war im Jahre 1832 von Wagler aus Ägypten beschrieben worden, dann von Ehrenberg und Hemprich an der arabischen Küste, von Canon Tristram in Algerien (bei Bou Guizoun an der Strasse nach El Aghouat), von Th. v. Heuglin und andern in Nordostafrika [1]), von C. G. Danford bei Birejik am Euphrat usw. gefunden worden. Im ganzen genommen ein sporadisches Verbreitungsgebiet, das von Syrien über Arabien, Ägypten, Abessinien, Tunesien, Algerien bis Marokko reicht und zunächst die denkbar unwahrscheinlichsten Beziehungen zu den Alpenschluchten und steil aufragenden Ritterburgen aufzuweisen scheint, wo Gessner seinen „Waldrapp" hausen liess.

---

[1]) Heuglin (Reise in Nordostafrika, Bd. 2, 1877, p. 254) erwähnt als Namen des Vogels in der Tigré-sprache: Gomarēt. Wegen der im Euphratgebiet gebräuchlichen türkischen Bezeichnung vergleiche die am Schluss dieser Abhandlung folgende Notiz von G. Schneider p. 536).

Von vornherein jedoch hatte die Zuweisung des „Waldrapp" zu der Gruppe der Ibisartigen, dem Habitus nach zu urteilen, mancherlei für sich, und es erscheint begreiflich, dass man sich nachträglich überhaupt schwer vorzustellen vermochte, wie der Vogel je in eine andere verwandtschaftliche Umgebung verwiesen sein konnte. Weiter ist in der Beschreibung beider Vogeltypen übereinstimmend die geringe Zahl der Eier (2—3), in der Hauptsache auch die Ernährungsart, indem der „Waldrapp" in Gärten und Feldern nach Insekten, Würmern,

Phot. Dr. Max Küpfer.

Fig. 2. **2 Schopfibisse** (*Geronticus eremita* L.).
Beine und Schnabel rot. Gefieder schwarz, auf den Flügeln metallisch rot und grün schillernd. Exemplare des Zoolog. Museums der Universität Zürich. Links ein erwachsenes Männchen mit Federnhaube und kahlem Kopf (1879 in die Sammlung gelangt). Rechts ein junges Exemplar mit befiedertem Kopf und ohne Federnhaube. (Am 1. Juni 1914 bei Wukr-ez-Zbede, in der syrischen Wüste, erlegt und 1916 für die Sammlung erworben.)

Fröschen und Schlangen suchen sollte, der Schopfibis ebenfalls als Liebhaber von Insekten, Eidechsen und kleinen Schlangen beschrieben wird und von Heuglin namentlich häufig als Besucher von Hochmooren, Wiesen und Viehweiden getroffen wurde. Dazu wird sowohl für den „Waldrapp" wie für den Schopfibis scharenweises Vorkommen erwähnt. Und schliesslich zeigt sich, dass auch die Nistorte des Schopfibis durchaus entsprechenden Charakter haben, wie diejenigen des „Waldrapp", indem ersterer im Gegensatz zu seinen Verwandten sowohl in Afrika als am Euphrat ödes, steil aufragendes Felsengeklüft als Wohnstätte bevorzugt. So berichtet Canon Tristram, der ihn in Algerien beobachtete, von ihm: „Unlike the rest of its family,

it resorts to the most arid and desolate mountain ranges where it consorts with the raven and falcon". Danford anderseits fand ihn in Scharen im Gemäuer des alten, hochgelegenen Sarazenenschlosses Birejik am Euphrat nistend, wo er nie gestört werde, da ihn die Mohammedaner als heilig betrachten sollen. Herr Präparator G. Schneider in Basel, durch dessen Vermittlung das Zoologische Museum in Zürich, ebenso wie andere Museen der Schweiz, in den letzten Jahren Schopfibisse erhielt, hat die Klagen seines Sammlers in Syrien registriert, der ihm berichtet hat, wie ungewöhnlich viel Mühe und Anstrengung es verursacht, eines im unzugänglichsten Felsengeklüft untergebrachten Geleges des Schopfibis habhaft zu werden (man vergleiche darüber seine Angaben am Schluss dieser Abhandlung p. 537 [1]). Also gerade die Standortsverhältnisse, die es zunächst am wenigsten erwarten liessen, ergeben zusammen mit dem Habitus und der Lebensweise des Vogels das Hauptmaterial, das die Ansicht von der Identität der beiden Typen, „Waldrapp" und Schopfibis, zu stützen geeignet ist.

Vollständig decken sich die Berichte, die wir von beiden Vögeln besitzen, immerhin noch nicht. Vor allem vermisst man in den bisherigen, allerdings relativ jungen Darstellungen über den Schopfibis Angaben, die auf einen Zug- und Wandertrieb des Vogels hindeuten würden. Ein solcher Trieb müsste aber doch wenigstens früher bestanden haben, wenn der afrikanische Ibis als identisch mit dem in Europa brütenden „Waldrapp" zu betrachten ist.[2]) Weiter kann etwa Bedenken erregen, dass Gessner unter anderm auch von „Fischlinen" als Nahrung spricht. Es lässt sich dagegen hier höchstens die lateinische Ausgabe heranziehen, wo der Bericht an dieser Stelle ein „audio" aufweist. Also vom Hörensagen hatte Gessner diese Nachricht. Auf solchem Wege kann sich mancherlei einen andern Vogel Betreffendes hereingefunden haben, und zwar offenbar vor allem Momente, die auf den „Meerrapp" („Corvo marino") Bezug haben, dessen Identität mit dem „Waldrapp" durchaus fraglich ist (vgl. auch p. 532/33). Wichtig erscheint, dass wir da noch eine andere Quelle haben, die die „Steinrappen" (= „Waldrappen") aus Salzburg betrifft (vgl. p. 523), als deren

---

[1]) Ein von diesem Sammler vermitteltes Gelege findet sich, wenn ich nicht irre, im zoologischen Museum in Neuchâtel. Vgl. über das Aussehen der Eier des Schopfibis den neuen „Naumann", Bd. 7, p. 201, Th. v. Heuglin, Ornithologie Nordost-Afrikas, 1873, Bd. 2, p. 1145, G. Schneider, 1911, p. 217, und Musy, 1913. p. 35, sowie die Angaben Aharoni's in dem dieser Abhandlung folgenden Anhang (p. 537).

[2]) Nachträglich zu meiner Kenntnis gelangte, von G. Schneider am Schluss dieser Abhandlung bekannt gegebene Beobachtungen (vgl. p. 536) scheinen tatsächlich für einen solchen dem Vogel innewohnenden Wandertrieb zu sprechen.

Nahrung Schlangen, Eidechsen und Frösche erwähnt werden. Überraschend ist vor allem auch, dass in Gessner's Beschreibung des „Waldrapp" nichts von der doch so auffälligen, schwarzblauen Oberseite erwähnt wird, die den im Übrigen roten und kahlen Kopf der ältern Schopfibisse auszeichnet (vgl. auch p. 533).

Eventuelle Inkongruenzen in den Angaben über die Lebensweise sind ja nun, für sich allein genommen, kaum geeignet, eine Identität beider Vögel, die sich aus andern Momenten (Habitus etc.) ergeben würde, in Frage zu stellen. Aber sie mahnen zur Vorsicht bei der Verwendung der andern Angaben und verlangen nach Erklärung ja auch dann, wenn an Stelle der bis jetzt allein zur Verfügung stehenden Abbildungen des „Waldrapp", etwa direkt europäische Exemplare des Vogels zum Vergleich beigebracht und auch diese dann den definitiven Schluss auf Identität beider Typen ergeben würden.

So wie die Dinge lagen, war die von Rothschild und seinen Mitarbeitern nachgewiesene Wahrscheinlicheit, im afrikanischen Schopfibis den „Waldrapp" Gessner's wiedergefunden zu haben, so gross, dass sie nur wegen des Fehlens europäischer Belegstücke nicht ausser acht gelassen werden konnte. Die Auffassung einer bestehenden Identität beider Vögel ist denn auch fast allgemein angenommen worden und alsbald in die ornithologische Literatur übergegangen. Allerdings hat gerade in der Schweiz neben zahlreichen Zustimmungserklärungen zum Teil vorzüglich qualifizierter Kenner eine sehr autoritative Stimme sich dagegen erhoben, nämlich Victor Fatio, der Autor der „Vertébrés de la Suisse". Wir werden auf dieses Veto zurückzukommen haben, nachdem wir einen Überblick über das vorhandene Material gewonnen haben.

Vorläufig hätten wir davon auszugehen, dass mit der Möglichkeit der Identifizierung des „Waldrapp" mit einem jetzt noch in Afrika existierenden Ibis für die Beurteilung des Gessnerschen Vogels eine Menge neuer Fragen entstanden sind, die es zu prüfen gilt. War wirklich ein Ibis einmal regelrechter Brutvogel in den Alpen? Wie mochte er so spurlos verschwunden sein? Warum war diese Identität nicht früher erkannt worden, zum mindesten gleich damals, als der Schopfibis in der I. Hälfte des 19. Jahrhunderts entdeckt wurde? und dergleichen mehr. Vor allem gilt es da, zunächst über die Tatsache der Existenz des europäischen „Waldrapp" ins Reine zu kommen. Mehrere Zoologen, von denen jeder dort erwähnt werden soll, wo er neues Material herbeibrachte, haben sich bemüht, diese Existenz aus der Literatur zu belegen. Wertvolle Angaben sind auch bei Verfolgung anderer Ziele von philologischer Seite, durch Suolahti, gesammelt und in den beiden letzten eingehenden zoologischen Ab-

handlungen, die fast zu gleicher Zeit (1911/1912) über das „Waldrapp"-Problem orientieren (Killermann und Lauterborn), verwertet werden. Einiges endlich konnte hier neu hinzugefügt werden.

Von Bedeutung ist zunächst zu erfahren, ob auch schon vor Gessner das Vorkommen des eigentümlichen Vogels in Europa bezeugt ist. Da haben nun sowohl Lauterborn als Killermann auf eine Stelle in Plinius' Naturgeschichte X, 134 hingewiesen, wo der römische Polyhistor in einem Zusammenhang, in dem etwas vorher (X, 133) von andern typisch-alpinen Vögeln, wie Alpenschneehuhn und gelbschnäbeliger Alpendohle, die Rede ist, von einem ibisartigen Vogel in den Alpen spricht, den der Präfekt Egnatius Calvinus dort gesehen haben will:

„Visum in Alpibus ab se peculiarem Aegypti et Ibim Egnatius Calvinus Praefectus earum prodidit" (zitiert nach der Sillig'schen Ausgabe).

Killermann sowohl als Lauterborn sind geneigt, darin die erste Urkunde zu sehen, welche bezeugt, dass der Schopfibis resp. der „Waldrapp" schon zur Römerzeit in den mitteleuropäischen Gebirgen vorkam. Wichtig wäre es nun zunächst, zu wissen, ob es einen Präfekten jenes Namens gegeben hat und vor allem, ob er etwa vor seinem Aufenthalt in den Alpen Beziehungen zu Ägypten gehabt. Leider war trotz einiger Bemühung nichts Sicheres über ihn in Erfahrung zu bringen. Nur in de Vit's „Totius latinitatis Onomasticon", Bd. 2, 1868, p. 696 ist folgende Vermutung aufgenommen, die allerdings für den vorliegenden Fall von Bedeutung wäre, indem sie auf Beziehungen dieses Alpenpräfekten gerade mit Syrien und Ägypten, der Heimat des Schopfibis, hinweist. Es heisst bei de Vit:

„Putat Cavedoni in Annotaz. al Corp. Inscr. Gr. p. 173 hunc [nämlich Egnatius Calvinus] eundem probabiliter esse qui in Inscr. Colossi Memnonis, quae spectat ad. ann. 73 a. Chr. n. apud Letronne (T. 2, p. 333—335) dicitur L. Junius Calvinus praefectus montis Berenicidis [am arabischen Meerbusen] . . . .

Wenn sich diese Vermutung halten lässt und tatsächlich auch der römische Präfekt schon mit seiner Beobachtung den „Waldrapp" meinte, so liesse sich daraus vielleicht schliessen, dass für den, der die syrisch-ägyptische Fauna kannte, die Identifizierung des „Waldrapp" mit einem Ibis nahe lag. Das ist, glaube ich, nicht so selbstverständlich, wie es uns heute bei Vergleichung ausgestopfter Exemplare in Museen etwa erscheinen mag. Denn die Lebensweise des felsenbewohnenden „Waldrapp" resp. Schopfibis ist von derjenigen der andern, nach Watvogelart lebenden Ibisse so verschieden, dass die Kenntnis irgend eines Vertreters der Ibissippe noch nicht notwendig die Identifizierung des „Waldrapp" als Ibis nach sich ziehen musste, dies namentlich nicht zu einer Zeit, wo wie bei den Römern und

auch noch zu Beginn der Renaissance das Moment der Lebensweise bei der Aufstellung von Verwandtschaftskreisen noch ganz besonders ins Gewicht fiel. Man musste fast schon den Schopfibis selbst in seiner eigentlichen Heimat, die zugleich das Reich anderer Ibisse ist, kennen gelernt haben, um auf Zugehörigkeit zu dieser Gruppe zu schliessen. Auch Gessner kannte ja nun einen andern ibisartigen Vogel, den Sichler *(Plegadis falcinellus)*, den er übrigens nicht in der Schweiz gesehen zu haben scheint, wohin er heute noch als gelegentlicher Gast kommt, sondern zur Sommerszeit bei Ferrara, und von dem er sagt:

„under allen vöglen so ich gesehen hab / bedunckt mich keinem dem Ibide änlicher seyn: doch ist die farb darvor / dass er nit für den selbigen kan gehalten werden".

Der Sichler ist nun aber auch ein typischer Moor- und Sumpfbewohner, so dass man annehmen kann, Gessner habe durch ihn ebenso wenig wie durch den ihm vom Hörensagen bekannten gewöhnlichen ägyptischen Ibis dazu gebracht werden können, den „Waldrapp" für einen Ibis zu halten. Er hat dies vielmehr dort, wo er auf den Ibis zu sprechen kommt (wenigstens in der Ausgabe 1557, p. 160) ausdrücklich abgelehnt:

„wie auch der Waldrapp nit der schwarz Ibis sein mag / ob er gleichwol einen krumben Schnabel hat / darumb dass er im in übrigen stucken nit änlich ist".

Nun erwähnt zwar Gessner in den „Icones Avium", wie wir p. 504 gesehen haben, als eine Bezeichnung für den „Waldrapp": „Ibis nigra, secundum Bellonium, ni fallor",[1]) und auch in den von ihm selbst besorgten, lateinischen Textausgaben findet sich im Artikel „De corvo sylvatico" diese Ansicht Belon's wiedergegeben, aber so ohne inneren Zusammenhang mit dem sonstigen Inhalt des „Waldrapp"-Artikels, dass in den von andern besorgten, deutschen Textausgaben der Passus wegblieb. Er schien offenbar durchaus nicht Gessner's Meinung wiederzugeben.

Besondere Beachtung verdient hier allerdings eine Bemerkung, die sich in der p. 530 erwähnten, handschriftlichen „Ornithologia Helvetica" des Pfarrers Daniel Sprüngli vorfindet und wonach in einer nicht näher bezeichneten Frankfurter Ausgabe von Gessner's Werk es p. 491 bei Erwähnung des schwarzen Ibis heisst: „qui mihi corvus sylvaticus noster videtur". Sprüngli, der, wie wir p. 530 sehen

[1]) Gemeint ist mit dieser Anführung Belon's jedenfalls dessen zuerst 1553 erschienene „Observations de plusieurs singularitez et choses mémorables trouvées en Grèce, Asie, Judée, Egypte, Arabie et autres pays etrangers". In einer mir zur Verfügung stehenden späteren Ausgabe dieses Werkes (1588) ist in der Tat (livre 2, chap. 32, p. 228) vom schwarzen Ibis zu Pelusium die Rede, jedoch ohne Hinweis auf den „Waldrapp".

werden, der Meinung war, Gessner's „Waldrapp" sei nichts anderes als eine phantastisch ausgestattete Steinkrähe gewesen, erwähnt die Stelle offenbar, um die Unsicherheit Gessners in betreff des Vogels zu illustrieren, den er sogar mit einem Ibis in Beziehung gebracht habe. Für uns, die wir mit der Wahrscheinlichkeit zu rechnen haben, dass der „Waldrapp" wirklich ein Ibis gewesen sei, erscheint es jedoch nicht unmöglich, dass Gessner selbst oder die Herausgeber der späteren Ausgaben seiner Werke in der Erkenntnis der Natur des „Waldrapp" weiter gekommen sind, als es in den ersten Ausgaben des Vogelbuches der Fall ist. Die Frage liegt allerdings etwas kompliziert und konnte hier vorläufig noch nicht gelöst werden.[1]) Jedenfalls ist für Gessner's eigene Beurteilung des „Waldrapp" — dessen Ibisnatur vorläufig stillschweigend vorausgesetzt — mit in Betracht zu ziehen das Fehlen einer ausgebreiteteren Tierkenntnis, die ihm erlaubt hätte ausgiebiger zu vergleichen. Diese Möglichkeit war dagegen für römische Beobachter unter Umständen gegeben.

Neben dem oben analysierten Zeugnis des Plinius kommt als Stütze für die Existenz des „Waldrapp" in den Alpen vor dem 16. Jahrhundert in der Hauptsache bis jetzt wohl nur noch eine Sage in Betracht, derzufolge nämlich die Heilquellen von Pfäfers (Thermae Fabariae) beim Suchen nach „Waldrapp"nestern entdeckt worden seien. Leider ist jedoch die Beweiskraft dieser Sage für unsere Zwecke sehr gering, wenigstens so weit sie bis jetzt feststeht. Zunächst ist die Zeit, in welcher die Entdeckung erfolgt sein soll, unsicher: nach den einen um 1038, nach den andern 1240 oder 1242

---

[1]) In der lateinischen Frankfurter Ausgabe des Vogelbuches vom Jahre 1585 (ex officina Ioannis Wecheli, Impensis Roberti Cambieri) findet sich nämlich in dem Artikel über den Ibis (p. 568) die Möglichkeit einer Beziehung dieses Vogels zum „Waldrapp" offenbar ebenso entschieden abgelehnt, wie an entsprechender Stelle der deutschen Ausgabe von 1557 (siehe oben p. 509); in einem andern Artikel „De Himantopode" (p. 547) ist dagegen bei Erwähnung des schwarzen Ibis in Klammern hinzugefügt („quae mihi corvus sylvaticus noster videtur"), so dass hier eine solche Beziehung anerkannt scheint, und endlich ist in dem Artikel über den „Waldrapp" („De corvo sylvatico") dieser Ausgabe (1585) p. 352 ein Absatz über den schwarzen Ibis eingeschoben, allerdings auch hier ohne inhaltlich mit der Beschreibung des „Waldrapp" natürlich verknüpft zu sein. Es bestand also offenbar eine ziemliche Unsicherheit über die Natur des Vogels, die in den abweichenden Beurteilungen an verschiedenen Stellen ein und derselben Ausgabe zum Ausdruck kam. Diejenige von 1585 war nun nicht mehr von Gessner selbst († 1565) besorgt, aber jedenfalls zum Teil wenigstens auf Grund hinterlassener Randbemerkungen und sonstiger Notizen ergänzt. Wie sich dies in den lateinischen Frankfurter Ausgaben von 1604 und 1617 verhält, konnte hier nicht festgestellt werden. — Von Interesse ist in diesem Zusammenhang, dass, Killermann zufolge, um dieselbe Zeit im Anhang zu Lonicer's „Kräuterbuch" (Frankfurt 1600) der „Waldrapp" zwar in Gessner's Abbildung erscheint, aber mit einem Text, der sich auf den Ibis bezieht.

(vgl. etwa J. A. Kaiser „Die Heilquelle von Pfäfers: Chur 1822 p. 5; 2. Aufl., 1833, p. 25). Möglich ist ja, dass beides zutrifft, dass nach einer ersten Entdeckung die Kunde wieder verloren ging und die Quellen im 13. Jahrhundert nochmals gefunden wurden. Schon stärker fällt nach der Seite der Bedenken ins Gewicht, dass unsere bisherige Kenntnis der Entdeckungssage einer relativ späten Zeit entstammt. Die mir bekannte früheste Fassung der Sage findet sich bei Aegidius Tschudi, der in seiner „Grundtliche und wahrhaffte beschreibung der uralten alpischen Rhetie", Basel 1560, sagt:

„Das warm bad zu Pfävers ist erst innert drühundert jaren / durch einen jäger erfunden / hat von Geschlecht der Vogler geheyssen / der was jungen Waldrappen in das ruch unwandelbar tobel nachgestiegen".

Dieser Bericht muss sich aber auch schon in einer früheren Ausgabe von Tschudi finden, die, wenn ich nicht irre, von 1538 ist. Von dort dürfte dann Johannes Stumpf die Sage übernommen haben, denn er bringt sie in seiner später (p. 519) noch zu erwähnenden „gemeiner loblicher Eydgenossenschaft beschreybung" 1547 fast mit denselben Worten wie Tschudi und unter ausdrücklicher Berufung auf ihn.

1555 hat dann Gessner, wie wir p. 503 gesehen haben, bei seiner Beschreibung des „Waldrapp" den Vogel ebenfalls, wahrscheinlich auf Grund jener Sage, zu Pfäfers in Beziehung gebracht. Es heisst in der ersten lateinischen Ausgabe des Vogelbuches:

„. . . apud nos quoque in montium quorundam rupibus sic Fabarias Thermas repertas aiunt . . . has aves . . ."

Eine weitere Wiedergabe der Sage fand Suolahti, Dozent in Helsingfors, bei den Studien für sein reichhaltiges Werk: „Die deutschen Vogelnamen. Eine wortgeschichtliche Untersuchung" (Strassburg 1909), und zwar in der von 1616 datierten Chronik des rhätischen Kriegsmannes Guler von Weineck. Suolahti erwähnt die Stelle als ein Zeugnis für das Vorkommen des Waldrapp am Anfang des 17. Jahrhunderts. Robert Lauterborn hat jedoch durch Zitierung des Gulerschen Passus gezeigt, dass die Stelle sich auf eine viel frühere Epoche bezieht, nämlich auf die Zeit Friedrichs II. (1194—1250). Der Passus lautet (zitiert nach Lauterborn):

„Bei läbzeiten des erstbemelten K. Friederichen / ist ein viertheil einer meyl wägs hinter dem closter Pfäfers / gegen Niedergang / in einem tieffen thöbel . . . . ein sehr edel / köstlich und heylsam bad an tag kommen / und durch einen jäger / genannt der Vogler / sonst des Geschlechts der Carlinen von Hohenbalcken / erstlich erfunden worden / als er in die ungeheüwre klufft mit sonderer geschicklichkeit / sorg und gefahr über und durch die felsen / waldrappen auszünemen / gestiegen".

Fast zu gleicher Zeit wie Guler von Weineck, nämlich 1617, gibt auch Fortunat Sprecher (von Bernegg) in seiner „Pallas Rhaetica“ eine derjenigen Guler's durchaus entsprechende lateinische Fassung der Sage, in der die Vögel „corvi sylvestres“ genannt und der Jäger als „ex familia Alto Balcanorum natus“ bezeichnet wird.

All das ist aber entschieden sehr unsicherer Boden.

Zu der Unklarheit über den Zeitpunkt der Entdeckung und der allgemeinen Unsicherheit der relativ späten Fassung der Sage kommt nun noch als speziell bedenkliches Motiv hinzu, dass ausser denen von Hohenbalken auch zwei Familien (Vils und Thülin) von Vilters für sich die Ehre der Entdeckung der Quellen und damit die daraus abgeleiteten Vergünstigungen (freie Benützung der Bäder) in Anspruch nahmen. Gelegentlich ist dann weiter auch gar nicht von „Waldrappen“ die Rede, sondern einfach von „Rappen“, die in noch jüngern Darstellungen zu simplen „Raben“ werden. Von „jungen rappen“ spricht bei Erwähnung der Entdeckungssage z. B. Johann Kolweck, Sekretär der Abtei Pfäfers in seinem „Tractat von . . . unserer Lieben Frawen Pfefers Bad“ 1631, worauf mich Herr Dr. Joh. Bernoulli in Bern freundlichst hingewiesen hat.

Der ganze Sagenkomplex ist somit für das „Waldrapp“-Problem einstweilen kaum von nennenswerter Bedeutung. Doch, was bedauerlicher erscheint, es ist kaum zu erwarten, dass in dieser Sache noch Verlässlicheres zutage kommt. Denn die in Pfäferser Kloster-Angelegenheiten wohl bedeutsamste Quelle: Augustin Stoecklin's handschriftliche „Antiquitates Fabarienses“ von 1618, die ich dank dem Entgegenkommen des Herrn Stiftsarchivars J. Müller in St. Gallen[1]) einsehen konnte, lässt hierüber wenig Hoffnung. Stoecklin, der als Dekan des Pfäferser Klosters das damalige Archiv sehr gut kannte, muss sich selbst schon 1618 damit begnügen, die verschieden lautenden Berichte über die Entdeckung der Thermalquellen anzuführen und gibt an, dass die alten Urkunden, aus denen Tschudi und Bruschius[2]) geschöpft haben, verloren gegangen seien („nobis interierunt“).

Ausser der Stelle bei Plinius und der eben besprochenen Entdeckungssage der Pfäferser Thermalquellen bestehen einstweilen für die Zeit vor dem 16. Jahrhundert nur noch Vermutungen, die Suolahti

---

[1]) Die Benediktiner-Abtei Pfäfers, zu der die Bäder gehörten, wurde 1838 säkularisiert und die Archivbestände kamen nach St. Gallen.

[2]) Der Verfasser einer inzwischen ihrerseits verschwundenen Chronik von Pfäfers.

(l. c. p. 376) betr. den Nachweis früherer Benennungen für den „Waldrapp" ausspricht. [1])

Zu Beginn des 16. Jahrhunderts, in dessen Verlauf die Angaben über den „Waldrapp" am reichlichsten vorkommen, steht zunächst eine von Suolahti nachgewiesene Angabe aus einer Geschichte der Steiermark (von Dr. Alb. v. Muchar VIII, 365, 1867), der zufolge König Ferdinand bei Gelegenheit eines Besuches in Graz am 1. Januar 1528 dem Freiherrn Sigmund von Dietrichstein das landesfürstliche Hubamtshaus in der Stadt verschrieben habe mit der besonderen Verpflichtung.

„dass er und seine Leibenserben die sogenannten Klausraben, welche ihre Wohnung bei demselben Hause am Schlossberg haben, wie von dem Inhaber bisher beobachtet worden ist, hegen und dieselben nicht beschädigen oder verderben lassen".

Der Wert dieser Stelle hängt davon ab, ob die von Gessner (vgl. p. 503) angegebene Identität von „Klausrapp" und „Waldrapp" zu Recht besteht oder nicht.

Inhaltlich mit dem Grazer Bericht offenbar gut vereinbar ist ein Zitat aus den Zürcher Rats- und Richtbüchern des Jahres 1535 (Bd. VI, 253, S. 135), das im Schweizerischen Idiotikon Bd. 6 (1909), Spalte 1173 als Beleg für den Namen „Waldrapp" erwähnt wird und wonach Jakob Schwytzer, Thoman Ziegler's Knecht, zu einer Geldstrafe von 1 lib. 5 ß bar verurteilt wurde,

„als er Felixen von Jonen einen Waldrappen one ursach zu tod geschlagen hatt".

Eine durch die Freundlichkeit des Herrn Staatsarchivars Dr. Hegi ermöglichte Einsichtnahme der Zürcher Ratsbücher ergab, dass diese Stelle sich in einem zürcherischen Strafregister findet. Die Busse ist mit andern zusammen am Donnerstag St. Margarethentag (15. Juli)

---

[1]) Bei Albertus Magnus (1193—1280) und Konrad von Megenberg (1309—1374), die beide zeitweise in Regensburg tätig waren, also nicht allzuweit von den Wohnstätten des „Waldrapp", haben sowohl Killermann als Lauterborn umsonst nach Angaben über den Vogel gesucht. Auch Kaiser Friedrichs II. Werk „De arte venandi cum avibus" aus dem 13. Jahrhundert scheint Lauterborn in diesem Zusammenhang, jedoch ohne Erfolg, konsultiert zu haben. Eine erneute Durchsicht des Werkes in der Schneider'schen Ausgabe hat auch mir nichts ergeben, das hier von Bedeutung wäre. — In verschiedenen Ausgaben einer als „Ortus sanitatis" bekannten Incunabel von zirka 1490, die (wenigstens in den lateinischen Ausgaben) einen Abschnitt „de Avibus" enthält, finden sich im Kap. 34 „corvi silvestres" erwähnt, was jedoch offenbar einfach mit „wilde Raben" zu übersetzen ist. Nachdem nämlich von den gewöhnlichen Raben erzählt worden ist, dass sie gute Wetterpropheten seien, heisst es weiter: „Corvus longevus citissime fit domesticus corvosque **silvestres invitos retinet ac seducit**". Trotz bisher ausschliesslich negativer Ergebnisse bei der Durchsuchung mittelalterlicher Literatur darf die Hoffnung, hier etwas auf den „Waldrapp" Bezügliches zu finden, in Anbetracht der besonderen Bedeutung solcher eventueller Befunde nicht aufgegeben werden.

1535 in einer Ratssitzung unter dem Vorsitz von Bürgermeister Röist ausgesprochen worden. Durchgestrichen ist hinter „Felixen von Jonen“ die Bemerkung: „mit der f.“. Der Schreiber hatte offenbar zuerst noch die Art der Tötung verzeichnen wollen. Hat es sich dabei nun wirklich um den uns hier interessierenden Vogel gehandelt, so läge nahe, anzunehmen, dass der „Waldrapp“ gelegentlich in Gefangenschaft gehalten oder sonst gehegt wurde. Darauf lässt ja auch die Stelle bei Gessner schliessen, wo es heisst (vgl. p. 503):

„[die Jungen] mögend leychtlich auferzogen und gezämpt werden / also / dass sy in die äcker hinauss fliegend und schnäll wiederumb heimkommend“.

Einen ähnlichen Schluss auf Gefangenhaltung legt auch ein zeitlich späterer, gleich nachher p. 523 zu erwähnender Bericht aus Salzburg nahe, aus dem hervorzugehen scheint, dass der Vogel zur Vertilgung des Ungeziefers in Gärten gehalten wurde. Immerhin ist gegen die regelrechte Haltung junger „Waldrappen“ im Zürcherlande der Umstand anzuführen, dass Gessner, wenigstens bei der ersten Ausgabe seines Vogelbuches 1555, keinen zu Gesicht bekommen hatte, da er vom Fehlen des Schopfes bei jungen Waldrappen aus eigener Erfahrung nichts zu berichten weiss („hat auf seinem kopff ein strüsslin hindersich gricht; nit weiss ich ob diss an allen / und allzeyt gesehen wirt“). Das lässt sich nicht gut mit dem Schluss, den man aus dem Gerichtsurteil zu ziehen geneigt ist, vereinigen. In der späteren, nicht mehr von Gessner selbst besorgten, lateinischen Ausgabe von 1617 lautet allerdings die Angabe über diesen Punkt bestimmter: „in iunioribus non apparet“ (sc. crista). Ob er inzwischen junge Vögel gesehen oder zuverlässige Berichte hinterlassen hatte, lässt sich nicht entscheiden.

Noch weiter hinauf im 16. Jahrhundert sind wir auf die nächste Nähe Gessner's verwiesen, d. h. auf solche Autoren, die direkt mit Gessner in Verbindung gestanden haben können und ihm teilweise sicher als Gewährsmänner für seine Naturgeschichte gedient haben. Das gilt z. B. von dem englischen Theologen und Arzt William Turner, der zeitweise seine Zuflucht in Deutschland und in der Schweiz gesucht hatte und im Jahre 1544 in Köln ein Büchlein erscheinen liess: „Avium praecipuarum quarum apud Plinium et Aristotelem mentio est, brevis et succincta historia“, in welchem vom „Waldrapp“ unter der Bezeichnung „Helvetiorum Vualtrapus“ die Rede ist, als von einem fast storchengrossen Vogel, den er selbst (vermutlich in der Schweiz) in Händen gehabt, auf dessen Aussehen er sich jedoch nicht in allen Einzelheiten mehr besinnt, nicht einmal daraufhin, ob der Vogel etwa Schwimmfüsse hatte oder nicht. — Auch der erst 29jährig am 25. September 1544 auf einer Italienreise in Rom gestorbene Arzt Valerius Cordus, vor allem bekannt

durch seine botanischen Schriften, gehört hieher. Ihn hatte Gessner zwar nicht persönlich gekannt, aber zur Genugtuung ihres gemeinsamen Freundes Johannes Crato (von Kraftheim), eines der Leibärzte Kaiser Ferdinands, gab Gessner 1561 die gesammelten Werke des Cordus heraus, darunter eine Anzahl loser, von Cordus selbst gemachter Reisebeobachtungen, als „Sylva observationum variarum"[1]) zusammengefasst und mit den „Annotationes in Dioscoridem" zusammen herausgekommen. Hier hat Lauterborn eine Angabe gefunden, die mit dem „Waldrapp" in Beziehung zu stehen scheint; p. 224 heisst es dort (zitiert nach Lauterborn):

„Steynraben, corvi sunt in rupium et petrarum cavernis viventes, vita illis ad Danubium in utraque ripa ubicumque saxa et rupes attoluntur: ut non procul a Passauio et supra Kelheymium in petraeis faucibus. expetuntur regum venationibus et mensis".

Cordus erwähnt diesen Vogel demnach als Bewohner der Felswände und Steinbrüche des Donautales bei Passau und Kelheim, sowie als königliche Speise und Jagdobjekt. Dass mit diesen Steynraben „Waldrappen" gemeint seien, ist daraus geschlossen worden, dass der betreffende Standort der Vögel in spätere Ausgaben von Gessner's Beschreibung des „Waldrapp" übergegangen ist.[2]) In der lateinischen Ausgabe von 1555 finden sich Passau und Kelheim noch nicht als Wohngebiete des „Waldrapp" verzeichnet, auch in den von andern besorgten deutschen Ausgaben von 1557, 1581 und

---

[1]) Das Manuskript dieser Notizen hatte Gessner von dem Danziger Arzt und nachmaligen Königsberger Professor Johannes Placotomus (Brettschneider) erhalten.

[2]) Lauterborn weist darauf hin, dass dem Passus über die Steynraben in den „Sylva observationum" am Rande folgende Anmerkung von Gessner beigefügt sei: „Pyrgocorax. Item Brisaci apud Sanctam Mariam de lapide prope Basileam", worin Lauterborn einen weiteren Fundort für den „Waldrapp" (nämlich im Birsigtal, bei dem auf schroffen Felsen liegenden Kloster Mariastein im Basler Jura) erkennen zu können glaubt. Der Ort ist auch seither gelegentlich (Haas, 1913), jedenfalls auf Grund dieser Conjectur Lauterborns, als früheres Standquartier des „Waldrapp" zitiert worden. Gessner hat jedoch den „Waldrapp" sonst nicht „Pyrgocorax" genannt, vielmehr deutet diese Bezeichnung wohl eher auf die Stein- oder Alpenkrähe (*Pyrrhocorax pyrrhocorax* L.). Nun folgt bei Cordus auf den Passus von den Steynraben auch wirklich gleich ein solcher über die „Steyndolen", und die gedruckte Randbemerkung erstreckt sich von oben nach unten an beiden Notizen entlang. Dass sie bei der Steynraben-Notiz beginnt, könnte rein drucktechnisch veranlasst gewesen sein und die Bemerkung mag sich in Wirklichkeit auf die „Steyndolen" beziehen. Oder aber Gessner selbst hat des Cordus' „Steynraben" für Steinkrähen und gar nicht für „Waldrappen" angesehen und die Notiz über einen andern Fundort von „Pyrgocorax" dazu gesetzt, während mit den „Steindolen" des Cordus die gelbschnäbligen Alpendohlen gemeint waren. Die Herausgeber der späteren Ausgaben von Gessner's Werk hätten aber unter den „Steynraben" „Waldrappen" verstanden und den betr. Standort daher in den „Waldrapp"-Artikel aufgenommen. Vgl. dazu auch p. 527 Anm. die Vermutungen betr. das Fehlen von Angaben über den „Waldrapp" bei Belon.

1600 noch nicht, dagegen in der lateinischen Ausgabe von 1617, die von Lauterborn benutzt wurde. Dabei gälte es aber, noch festzustellen, unter was für Umständen und auf welchen Wegen neue Angaben in diese ja längst nach dem Tode Gessner's († 1565) erschienenen Ausgaben hineingelangt sind. In der Ausgabe von 1617 finden sich, gegenüber der p. 503 zitierten von 1557, auch noch weitere Angaben, die in den älteren Ausgaben fehlen, so z. B. dass der „Waldrapp" mit den Störchen ankomme, dass seine Stimme ka ka oder kä kä sei und dass er diese Laute hauptsächlich hören lasse, wenn er Junge habe, das sei in der Zeit nach Pfingsten. Hatten inzwischen Gessner oder die Herausgeber der späteren Ausgaben über den Vogel neue Beobachtungen machen können oder waren ihnen Berichte von aussen zugegangen, und welchen Grad von Zuverlässigkeit hatten diese Berichte?

Durch Lauterborn ist zunächst wenigstens für eine spätere Ergänzung des „Waldrapp"artikels (betr. Passau und Kelheim) der Gewährsmann Gessner's oder seiner Nachfolger festgestellt, nämlich Cordus. Gleichzeitig ist es aber ein solcher, dessen Schriften wohl kaum Gessner selbst bei der ersten Abfassung (1555) der „Waldrapp"-beschreibung gedient haben können, obwohl ihr Verfasser schon 1544 gestorben war; denn diese Schriften sind höchstwahrscheinlich nicht vor 1559 in die Hände Gessner's gelangt, um welche Zeit er den Nachlass des Cordus zu sammeln unternahm. Da Cordus von den „Steynraben" als von einer königlichen Speise spricht, liesse sich erwarten, dass in herrschaftlichen Jagdberichten der Zeit oder bei Beschreibung von Gastmählern etwas auf diese Vögel Bezügliches noch gefunden werden könnte. Dies um so mehr, als der damals regierende König eben jener Ferdinand I. (der jüngere Bruder Karls V.) war, von dem die oben p. 513 erwähnte Schutzverschreibung der Klausrappen in Graz vom Jahr 1528 herrührte und der durch seine Leibärzte, speziell durch den schon erwähnten Crato, der besondere Gönner Gessner's war, dem er kurz vor seinem Tode (1564) einen Wappenbrief verlieh. Vielleicht liessen sich in diesem Kreis gelehrter Freunde Anhaltspunkte finden, die gestatten würden, über den Ursprung des Materials ins reine zu kommen, das Gessner für seine erste Beschreibung des „Waldrapp" benutzt hat. Dies Material muss nicht notwendig von auswärts gekommen sein, nicht einmal aus entfernten Gegenden der Schweiz. Gessner kann es unter Umständen in Zürich selbst gefunden haben, worauf der Umstand hinzuweisen scheint, dass er den Magen des Vogels untersucht hat. Ein natürlicher Wohnort des als Alpenvogel beschriebenen „Waldrapp" kann das Zürcherland allerdings nicht gewesen sein. Ist aber der zuvor p. 513 erwähnte Richterspruch

von 1535 wirklich auf den „Waldrapp" zu beziehen, so war der Vogel hier wenigstens nicht unbekannt (vgl. jedoch auch die diesen Punkt betreffenden Bedenken p. 514). Jedenfalls hat sich Gessner in seinen Briefen, die bis jetzt nur zum Teil publiziert sind, sehr ausgiebig über die ihn jeweils beschäftigenden Gegenstände ausgesprochen, so dass die Möglichkeit einer brieflichen Erwähnung des „Waldrapp" sehr wohl besteht. Leider gestatten die Zeitverhältnisse nicht, die für solche Feststellungen notwendigen Nachforschungen zu unternehmen. Gerade darum darf wohl ausdrücklich auf diesen Punkt hingewiesen werden, um eventuell anderwärts qualifiziertere Untersuchungen auszulösen, deren Resultat ganz allgemein uns Einblick in die Entstehung einer Naturgeschichte der Renaissance bringen würde und im speziellen vielleicht dazu beitragen würde, den Hauptquell zu klären, aus dem unsere Kenntnis des „Waldrapp" heute noch kommt.

Vor allem wäre es, wie gesagt, nicht unwichtig, zu wissen, in welchen Gegenden der Schweiz der Vogel nun eigentlich vorkam. Bis jetzt sind meistens die rätischen Alpen dafür in Anspruch genommen worden, wohl im Anschluss an die oben (p. 510 ff.) besprochene Pfäferser Sage. Aber es muss zum mindesten auffällig erscheinen, dass gerade bündnerische Quellen, soweit sie bis jetzt in diesem Zusammenhang bekannt sind, über den Vogel nichts Originelles zu berichten wissen. Das gilt nicht nur für die zahlreiche Reiseliteratur des 18. Jahrhunderts (gegen dessen Ende übrigens der später zu erwähnende Pfarrer Sprüngli den „Waldrapp" in Pfäfers vergebens gesucht), auch ein Werk wie Lehmann's „Republik Graubünden" vom Jahre 1799, in dem reichliches, auch älteres historisch-geographisch-statistisches Material verarbeitet ist und in dessen Band II p. 134 sich eine ziemlich vollständige „Faunula rhaetica" befindet, erwähnt den „Waldrapp" nicht. Wichtiger ist, dass auch ein bündnerisches Dokument des 16. Jahrhunderts, worin des „Waldrapp" gedacht ist, bei genauerer Betrachtung auf die Unbekanntheit des Vogels in Rätien zu jener Zeit schliessen lässt. Robert Lauterborn, dessen Sinn für biologie-historische Fragen wir u. a. auch die Herausgabe des Baldner'schen Tierbuches von 1666 verdanken, hat nämlich auf eine Stelle in der Chronik des bündnerischen Reformators Ulrich Campell (Rhaetiae alpestris topographica descriptio) hingewiesen, wo bei Schilderung der Tierwelt Graubündens eine Beschreibung des „Waldrapp" steht, und man ist zunächst geneigt, mit ihm sie als Beleg für das häufige Vorkommen des „Waldrapp" im Rheintal oberhalb des Bodensees zu betrachten, woselbst schroffe, sonnige Felswände dem wärmeliebenden Vogel besonders zusagende Nistplätze

geliefert haben mögen. Das für die Naturgeschichte Graubündens sehr wichtige Manuskript der erwähnten Chronik[1]) ist noch im 16. Jahrhundert, nämlich 1573, fertiggestellt worden, aber erst im 19. Jahrhundert zum Druck gelangt. Den Hauptteil des Originaltextes gab zuerst Dr. Kind in den „Quellen zur Schweizergeschichte“ heraus, den naturhistorischen Anhang dann in vorzüglicher Weise Prof. T. Schiess als Beilage zu den Jahresberichten der Naturf. Gesellschaft Graubünden, N. F., Bd. 42—44 (1900), und zwar gleich mit der deutschen Übersetzung des lateinischen Urtextes. In diesem naturhistorischen III. Anhang zur Topographie findet sich als Abschnitt 109 eine Beschreibung des „Waldrapp“. Die Schilderung, die Campell vom „Waldrapp“ gibt, ist aber nicht so, dass auf eigene Beobachtung des Tieres oder lokale Nachrichtenquellen geschlossen werden kann. Im Gegenteil hat der ganze Bericht durchaus kompilatorischen Charakter, und dem Herausgeber Schiess sowohl als auch Lauterborn ist die starke Anlehnung an Plinius, Gessner und den gleich zu erwähnenden Stumpf nicht entgangen.[2]) Wichtiger wohl erscheint noch folgendes: Campell hat sich bei den Tierbeschreibungen bemüht, die Angaben, die ihm seine Quellenschriftsteller lieferten, den besonderen Verhältnissen seiner Heimat entsprechend zu bereichern und vor allem bei den in Rätien vorkommenden Arten den romanischen Namen beizufügen, so gerade vor dem „Waldrapp“ bei Auerhahn und Birkhahn und gleich nach dem „Waldrapp“ bei Reiher, Schneehuhn und anderen. Beim „Waldrapp“ selbst ist dagegen keine solche Benennung vermerkt und es fehlt auch jedes andere Anzeichen dafür, dass der Vogel dem Autor oder seiner Umgebung wohl bekannt war. Gerade an der Stelle, wo vom Vorkommen des „Waldrapp“ die Rede ist, ist die ausschliessliche Verwertung von Stumpf's Chronik ganz offenkundig.

Wenn nun aber auch diese bündnerische Quelle als Beleg für die damalige Existenz des „Waldrapp“ in Rätien nicht in Frage kommen dürfte, so ist trotzdem das Vorkommen des unter diesem

---

[1]) Es befindet sich, wenn ich nicht irre, im Besitz des Herrn Generalstabschefs Oberst Th. v. Sprecher.

[2]) Campell nennt in diesem Zusammenhang bei Erwähnung des schwarzen Ibis auch Bellonius, entweder aus eigener Lektüre des Autors oder, was wahrscheinlicher ist, aus Gessner's „Icones avium“, wo Bellonius ja, wie wir p. 504 sahen, ebenfalls zitiert ist. Letzteres Werk Gessner's kannte auch Campell tatsächlich (vgl. die Angabe des Herausgebers Schiess p. XXV), während die grosse „Historia naturalis“ Gessner's nach des Campell eigenem Zeugnis (III. Anhang zur „Topographia“ Abschnitt 90) noch nicht in seine Hände gekommen war. Ausser dem Bellonius erscheint bei Campell auch ein Autor Hieronymus als Beschreiber des schwarzen Ibis. Wer damit gemeint ist, habe ich nicht feststellen können.

Namen bekannten Vogels im 16. Jahrhundert in der Schweiz unabweisbar. Ausser Gessner's Bericht und demjenigen Turner's, der ihn, wie wir p. 514 sahen, „Helvetiorum Vualtrapus" nennt, spricht noch mancherlei dafür, so vor allem Joh. Stumpf's „Gemeiner loblicher Eydgenossenschaft Stetten Landen und Völcker Chronik werdig thaaten beschreybung", Zürich, Christoffel Froschauer 1547/48. Das Werk erschien also kurz nach Turner, aber noch mehrere Jahre vor Gessner's I. Ausgabe des Vogelbuches und konnte ihm also wohl mit als Vorlage gedient haben, soweit er den Vogel nicht aus eigener Anschauung beschrieb. In einer Ausgabe von 1606 dieses sehr bekannten, grossen Werkes hat der schon mehrfach erwähnte Suolahti eine auf den „Waldrapp" bezügliche Stelle gefunden. Die erste Ausgabe von 1547 enthält nun denselben Text; sie ist jedoch nicht nur dadurch wichtiger, dass sie bedeutend älter, sogar vorgessnerisch ist, sondern auch weil sich hier eine Abbildung des „Waldrapp" vorfindet, die früheste, die wir zurzeit besitzen[1]). Das neunte Buch der grossen Stumpf'schen Chronik enthält in der Tat eine mit Holzschnitten verzierte Auswahl von schweizerischen Tieren, die auf 8 Kapitel verteilt sind, von denen 6 den Säugetieren und 2 den Vögeln gewidmet sind. Das eine Vogelkapitel handelt von den Raubvögeln, das andere „von dem nutzbaren geflügel und wildprät". Ausser verschiedenen wilden Hühnerarten, Enten, der Wachtel, der Schnepfe, dem Reiher wird hier auf p. 292 auch der „Waldrapp" beschrieben, und zwar folgendermassen:

„Waldrappen ein gemein Wildpraet / am besten / so er noch jung auss dem naest kompt / ist ein grosser schwärer Vogel / gantz schwartz als ein Rapp / hat sein naest in den hohen unwägsamen velsen / allermeist nistet er in dem alten gemeür der zerstörten und aussgebrennten Schloessern / deren vil in den alpischen lendern gesehen werded. Sy sind von leyb bey naach so gross und schwaer als ein Storck /"[2]).

---

[1]) In der zweiten Ausgabe der grossen Stumpf'schen Chronik 1586 finden sich die Holzschnitte ebenfalls, jedoch in etwas anderer Gruppierung.

[2]) Dieser Bericht Stumpf's ist offenbar sehr viel benutzt worden, was bei der grossen Verbreitung des Werkes nicht auffällig ist. So gelangte er wohl in die späteren Ausgaben von Sebastian Münster's „Cosmographie". Aus einer solchen von 1614 zitiert nämlich Hopf (1907) einen die „Waldrappen" betreffenden Passus, der durchaus der Stumpf'schen Darstellung entspricht. In der Tat fehlt dieser Passus auch in der ersten Basler Ausgabe der Cosmographie vom Jahre 1544 und findet sich erst in denjenigen Ausgaben, die nach Erscheinen der Stumpf'schen Chronik (1547/48) herauskamen, so in derjenigen von 1578 und in einer andern aus den neunziger Jahren des 16. Jahrhunderts. Auf eigene Beobachtung des „Waldrapp" durch Sebastian Münster lässt die Stelle jedenfalls nicht schliessen. Dasselbe gilt für zwei andere Werke des 17. Jahrhunderts, die den „Waldrapp" erwähnen, nämlich J. R. Rebmann (Ampelander) in dem Lehrgedicht: „Ein lustig und ernsthaft poetisch Gastmahl und Gespräch zweier Bergen etc." vom Jahre 1605 (zweite Ausgabe 1620) auf p. 142 und J. L. Cysat in der Liste der Bergvögel p. 182 seiner

Diese Beschreibung steht natürlich stark hinter derjenigen Gessner's zurück, ist aber, und das erscheint wichtig, unabhängig von der Gessner'schen. Vor allem tritt hier das Moment der Häufigkeit des Vogels in der Schweiz besonders hervor. Etwas überraschend ist nun allerdings, verglichen mit dem zeitlich späteren Gessner'schen Bild des „Waldrapp" (siehe p. 502), die zum Text gehörige, hier reproduzierte Abbildung (Fig. 3) und zwar durch das Fehlen des Federnschopfes am Hinterkopf. Auffallen muss dieser Umstand namentlich dann, wenn man bedenkt, dass die Werke Stumpf's und Gessner's beide in relativ kurzer, zeitlicher Entfernung von einander bei demselben Froschauer in Zürich gedruckt worden sind (vgl. dazu auch p. 534 Anm.). Ein Vergleich mit den übrigen Holzschnitten lässt über die vermutliche Natur der Vorlagen keinen entscheidenden Schluss zu. Einzelne (wie z. B. der gleich auf den „Waldrapp" folgende Reiher) sind ganz ausgezeichnet natürlich, andere sind ausgesprochen stilisiert. Nach dem, was wir p. 514 über die Gefangenhaltung junger „Waldrappen" gehört haben, wäre höchstens etwa an die Möglichkeit zu denken, dass hier ein solches Tier, bei dem der Federnschopf noch fehlte (vgl. den jungen Schopfibis Fig. 2 rechts) als Vorlage gedient hat. Eine derartige Vermutung ist jedoch sehr billig, und wir werden gerade bei der Art

Phot. Dr. Max Küpfer.

Fig. 3. Der „**Waldrapp**",
aus Joh. Stumpf's „Gemeiner loblicher Eydgenossenschaft ..... Beschreibung" 1547, Bd. 2, p. 292.

„Beschreybung des berühmten Luzerner oder 4 Waldstättersees", Lucern 1661. In beiden Fällen ist die Reihenfolge der erwähnten Vögel offenbar diejenige Stumpf's, und wenn man nicht annehmen will, dass allen diesen Schriftstellern zusammen eine mit Stumpf gemeinsame Quelle vorgelegen hat, so kommt wohl nur Stumpf in Frage. Die Stelle bei Rebmann ist jedenfalls auch diejenige, die Suolahti als Beleg für die Erwähnung des „Waldrapp" im 17. Jahrhundert aus einem Werk: „Naturae Magnalia" von Rebmann (Bern 1620) erwähnt. Umsonst habe ich ein solches Werk gesucht, bis ich in der an alten Werken reichen Privatbibliothek Prof. Th. Studer's in Bern jenes poetische Gespräch zwischen Niesen und Stockhorn von Rebmann in die Hände bekam.

der Beurteilung des „Waldrapp" im 19. Jahrhundert noch reichlich Gelegenheit haben, zu erfahren, was alles beim Hantieren mit Vermutungen geleistet werden kann. Mindestens ebensosehr könnte diese

Fig. 4. Vogelornament aus der Handschrift Nr. 542 der St. Galler Stiftsbibliothek. Der Vogel in der Mitte vermutlich den „Waldrapp" darstellend. Schnabel rot, Beine bräunlich.

Fig. 5. **Schopfibis** (*Geronticus eremita* L.). Exemplar des Naturalienkabinetts in Stuttgart (Nr. 7839). (Erlegt von Th. v. Heuglin im Woldgau an der Küste des Roten Meeres, 1875.) Reproduziert nach Hopf, 1907.

Abbildung geeignet sein, etwa anderweitig entstandene Bedenken gegen die Einheitlichkeit des Begriffes „Waldrapp" zu stützen!

Ein ungleich mehr unserer Erwartung entsprechendes ikonographisches Dokument fand sich in einer St. Galler Handschrift, auf die ich dank der vielerprobten Freundlichkeit und der grossen Erfahrung des Herrn Stiftsbibliothekars Dr. A. Fäh in St. Gallen aufmerksam gemacht wurde. Es handelt sich um eine Handschrift aus dem Jahre 1562 (also aus der Zeit Gessner's), in der einzelne Blätter reich mit Vogelornamenten geschmückt sind. Eines davon stellt offenbar den „Waldrapp" dar (vgl. Fig. 4). Wenigstens kann ich mir nicht denken, welcher Vogel sonst damit gemeint wäre, obwohl

die von Gessner als dunkelrot beschriebenen Beine auf diesem Bild nur bräunlich sind. Sonst stimmen die Farben durchaus. Das Gefieder ist schwarz (allerdings ohne farbigen Schimmer), der Schnabel prächtig rot. Oben auf dem Kopf ist auch eine Andeutung von etwas Besonderem (vielleicht der beginnenden kahlen Stelle).

Mit den in Fig. 2 (p. 505) abgebildeten Schopfibissen verglichen möchte der Körper vielleicht als etwas kurz und hinten zu stark abgestutzt erscheinen. Mehr Ähnlichkeit besteht schon mit einem von Hopf (1907) abgebildeten Schopfibis, der denn auch hier reproduziert wurde (vgl. Fig. 5), um die durch das Ausstopfen bedingten Gestaltvariationen besser zur Anschauung zu bringen und reichlicheres Vergleichsmaterial zu liefern.

Die übrigen Vögel des betreffenden illuminierten Blattes (Fol. 3) der St. Galler Handschrift waren, für mich wenigstens, nicht alle ohne weiteres mit Sicherheit zu identifizieren. So weit dies möglich war, scheinen es nur einheimische Vögel zu sein (Zaunkönig, Bachstelze, Gimpel, Fasan). So viel dem gedruckten Handschriftenkatalog der Stiftsbibliothek zu entnehmen ist, handelt es sich bei dem als Nr. 542 registrierten, in St. Gallen entstandenen, grossen Pergamentkodex um ein „Introitus ad missas", geschrieben von dem St. Galler Organisten H. Keller, mit Bildern und Randverzierungen bemalt von Caspar Härteli aus Lindau und mit vierstimmiger Musik von M. B. Lupus aus Correggio, der nach 1531 von Abt Diethelm nach St. Gallen berufen ward, um den vierstimmigen Gesang dort einzuführen.

Dieser für die Existenz des „Waldrapp" in der Schweiz im 16. Jahrhundert sehr interessante, wenn auch für sich allein genommen diese Existenz natürlich nicht unbedingt erweisende Fund ist deswegen um so bemerkenswerter, weil auch andere Urkunden die Nordostecke der Schweiz als einen zu Gessner's Zeiten sehr wahrscheinlichen, natürlichen Wohnort des „Waldrapp" erscheinen lassen. Hierher weisen nämlich diejenigen Dokumente, welche als Belege für das ausserschweizerische Vorkommen des Vogels zu jener Zeit eventuell in Betracht kommen. Ein erstes, allerdings zweifelhaftes, kennen wir schon, die oben p. 515 erwähnte Beobachtung angeblicher „Waldrapp"kolonien bei Passau und Kelheim durch Valerius Cordus. Weiter gehört hierher Salzburg, und zwar auf Grund einer sehr wichtigen, wieder durch Suolahti nachgewiesenen Stelle aus Ostermann's Vokabular[1]) vom Jahre 1591 (mir unbekannt), wo es Seite 331 heisst:

---

[1]) Vocabularii analytici ad augendum pariter Linguae Latinae usum et rerum cognitionem studiosis pro schola Palatina Lauingana ex suis rerum scriptoribus confecti pars prior. Lavingi 1591 (zitiert nach Suolahti).

„Ibis Pelusiaca, seu nigra, ein schwarzer Ibin, vulgo ein Steinrapp / nisten vil in einem hohen runden Felsen[1]) bei Salzburg an ds Stat / manuescunt et habentur in hortis ut eos a serpentibus lacertis ranisque purgent".

Der „Waldrapp" wäre demnach hier zur Vertilgung des Ungeziefers geradezu gehegt worden (vgl. p. 514). Bemerkenswert ist dabei die Beziehung zum Ibis, auf die wir zurückzukommen haben.

Auch inhaltlich zu dem Salzburger Bericht nicht im Gegensatz steht ein anderes, wertvolles Dokument, das ebenfalls in die Gegend, diesmal nach Innsbruck hinweist und von Killermann in der Wiener Hofbibliothek gefunden wurde. Es handelt sich wieder um eine und zwar vorzügliche, ornamentale Verwendung des „Waldrapp". Sie schmückt das Pergamentblatt 124 (Sonntag Sexagesima) eines mit Miniaturen ausgestatteten Messbuches (Missale romanum Nr. 1784 der Wiener Hofbibliothek), das zwischen 1582 und 1590 entstanden ist, und zwar im Auftrag des Erzherzogs Ferdinand von Tirol, für den der holländische Maler J. G. Hoefnagel aus Amsterdam das Werk ausführte. Hoefnagel hat sich während dieser Zeit in Innsbruck aufgehalten, in dessen näherer oder weiterer Umgebung er nach dem Vorausgegangenen sehr wohl den Vogel kennen gelernt haben kann. Dass Hoefnagel ein grosser Naturfreund gewesen ist, dafür spricht ein mit Insekten- und Pflanzenminiaturen geschmücktes Gebetbuch, das er in München für den Herzog Albrecht V. von Bayern hergestellt hat und von dem 1911 von Killermann bei Heitz in Strassburg eine Bearbeitung erschienen ist („Studien zur deutschen Kunstgeschichte", Heft 140). Besonders verpflichtet ist auch die gegenwärtige Zoologie diesem Hoefnagel ausser für das Bild des „Waldrapp" noch für dasjenige eines heutzutage überhaupt ausgestorbenen Vogels, der Dronte (Dodo ineptus), einer in Mauritius früher häufig gewesenen Riesentaube.

Die nunmehr zu betrachtende, umstehend nach Killermann's Aufnahme reproduzierte Hoefnagel'sche Miniatur (vgl. Fig. 6) zeigt einen Gartenweg mit einer im Hintergrund abfliegenden Elster, vorn links den nach Ungeziefer suchenden, vermutlichen „Waldrapp" (der im Original einen roten Schnabel und rote Beine hat, sowie metallisch grün und blau schillernde Flügel) und rechts vorn einen weiteren, schwarzen Vogel, aber ohne Schopf. Killermann vermutet, dass vielleicht dem Weibchen der Schopf fehlte, und ist daher geneigt, den rechts stehenden Vogel womöglich für das Weibchen des „Waldrapp" zu halten, das den Schnabel zum Teil in der Erde stecken habe, oder dann für eine rotschnäblige Alpenkrähe. Nun

---

[1]) Nach Killermann dürfte damit wohl der Mönchsberg gemeint sein oder der Fels, auf dem die Veste Hohensalzburg steht.

hat aber wohl auch der ausgewachsene ♀ „Waldrapp“ einen Schopf gehabt, wenigstens wenn man, wie Killermann, die Identität mit dem Schopfibis dabei im Auge hat. Das Zoologische Museum in Zürich besitzt ein ♀ Exemplar des Schopfibis, dessen Geschlecht, nach den Angaben des Herrn Präparator Gustav Schneider in Basel, vom Sammler an Ort und Stelle auf Grund der Geschlechtsorgane festgestellt wurde. Es ist vom männlichen Tier nur wenig durch geringere Grösse des Schnabels und schwächeren Glanz der Flügelfarbe unterschieden. Dagegen haben die jungen Vögel, wie Fig. 2

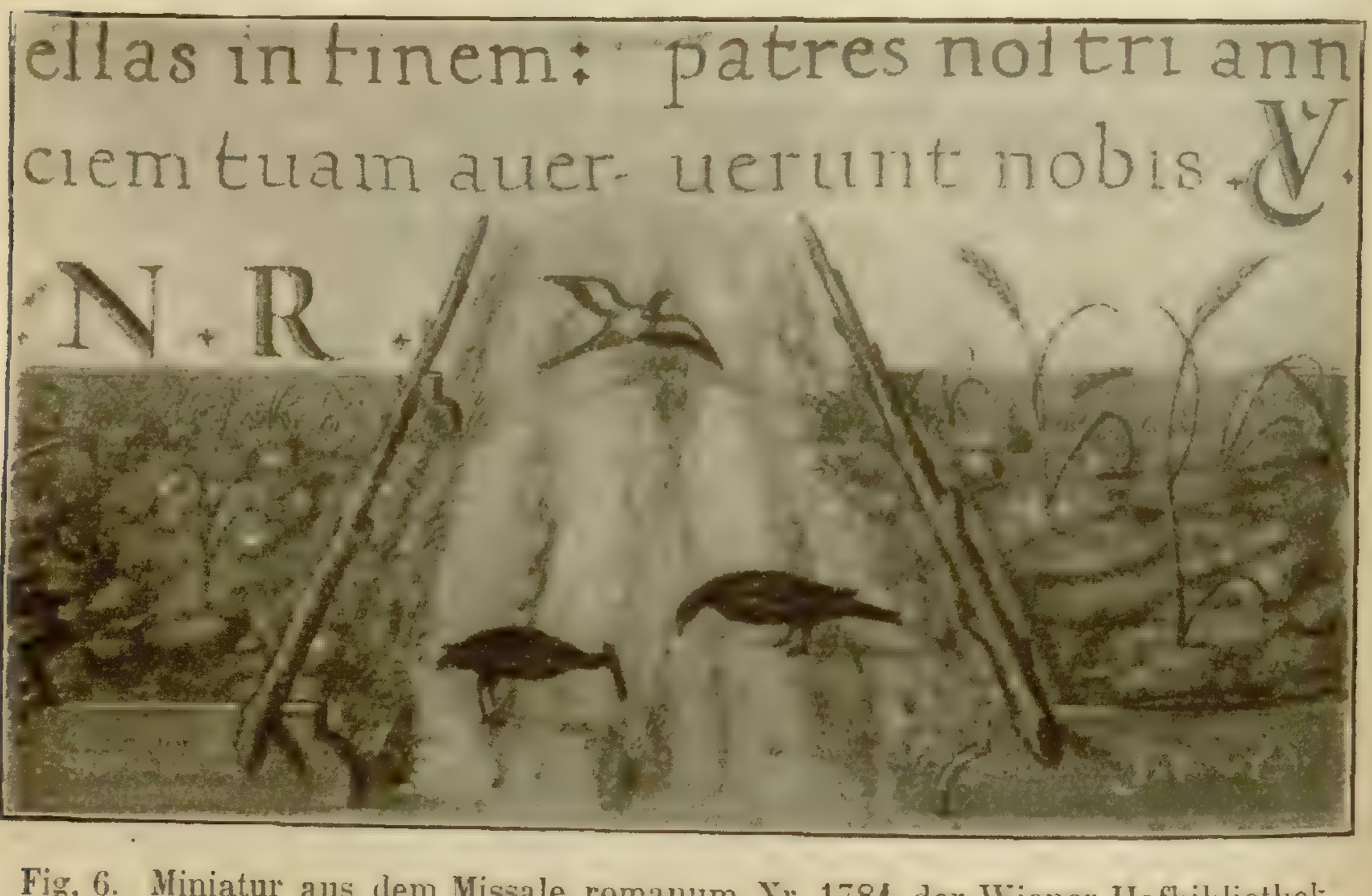


Fig. 6. Miniatur aus dem Missale romanum Nr. 1784 der Wiener Hofbibliothek. Der Vogel vorn links vermutlich den „Waldrapp“ darstellend. Schnabel und Beine rot. Reproduziert nach Killermann, 1911.

dieser Abhandlung zeigt, keinen Schopf. Der Habitus des rechtsstehenden Vogels der Hoefnagel'schen Miniatur lässt jedoch auch kaum auf einen jungen „Waldrapp“ schliessen, sowohl wegen der Kürze des Schnabels und der geschwungenen Nackenlinie, als vor allem auch wegen der über die Flügelenden hinausreichenden, langen Schwanzfedern und der kurzen Beine.

Es könnte bei der Beurteilung der „Waldrapp“figur auf der Miniatur noch die Vermutung aufkommen, dass man es hier vielleicht mit einem ausländischen Vogel zu tun hätte, zumal etwa nach dem, was wir über die gelegentliche Verwertung der Dronte durch denselben Künstler gehört haben. Dagegen spricht aber wohl schon die ungezwungene, geradezu lebendig anmutende Haltung des Vogels und die Art, wie er in das Bild hineingestellt ist. Zudem sind die beiden

andern Vögel auch einheimische. Da in den seitlichen Beeten noch Schnecken und Schmetterlinge sich finden, konnte es von Interesse sein, auch die Faunazugehörigkeit dieser Tiere zu kennen. Auf eine diesbezüglich an die Leitung des k. k. Hofmuseums in Wien gerichtete Bitte hatten die Herren Kustoden Dr. R. Sturany und Prof. Dr. H. Rebel die Freundlichkeit, das Werk in der Hofbibliothek einzusehen und fanden, dass es sich bei sämtlichen Tieren um Angehörige der mitteleuropäischen Fauna handle (soweit bestimmbar an Schnecken: 1 *Limax maximus*, 1 *Arion?*, 2 Hyalinen, 1 Helicide; an Schmetterlingen: 1 *Pyrameis atalanta* L., 1 *Colias hyale* L., 1 Raupe von *Pieris brassicae* L.).

Damit sind nunmehr die Dokumente vorläufig erschöpft, welche die frühere Existenz des „Waldrapp" in Europa auf Grund mehr oder weniger eindeutiger Beobachtung von Zeitgenossen zu belegen geeignet sind. Als Gegenden seines Vorkommens (in Natur und Gefangenschaft) würden sich einstweilen ergeben: Zürich (vgl. p. 513/14), Nordostecke der Schweiz (vgl. p. 522), Donautal bei Passau und Kelheim (? vgl. p. 515), Innsbruck (vgl. p. 523), Salzburg (vgl. p. 523) und Graz[1]) (vgl. p. 513).

Hatte sich nun etwa bei den Anwohnern der Standorte des Vogels die Kenntnis über ihn noch bis zu Beginn des 17. Jahrhunderts erhalten, so sind die Nachrichten bei weiter entfernt lebenden Autoren in derselben Zeit schon bedenklich unsicher und unselbständig, so auch in den grösseren ornithologischen Werken der Zeit: bei Ulysses Aldrovandi (1599), der selbst betont, den Vogel nicht aus eigener Anschauung zu kennen, bei Schwenckfeld (1603) und Jonston (1617). Im besten und einfachsten Fall, wie beim letzterwähnten Autor, wird ohne weiteres Gessner zitiert. (Betr. Lonicer vgl. p. 510 Anm.). Derselbe Zustand stellt sich allmählich dann auch in der schweize-

---

[1]) Andere, vor allem bei Gessner und Aldrovandi angeführte Lokalitäten, wie Lago Maggiore, Lothringen, Illyrien etc. beziehen sich wohl ausschliesslich auf den oder die unter den Bezeichnungen Meerrapp, Corvus marinus, Kahlrabe, Corvo spelato, Phalacrocorax etc. gehenden Vögel, deren Identität mit dem „Waldrapp", wie schon Fatio (1906) betonte, durchaus nicht wahrscheinlich ist. — Das angebliche, frühere Vorkommen des „Waldrapp" in Ungarn, das O. Herman (1903 u. 1907) namentlich auf Grund volkskundlicher Dokumente über den „Kahlraben" (Sprichwörter u. dgl.) zu erweisen versuchte, setzt diese eben bezweifelte Identität von Kahlrabe, Phalacrocorax und „Waldrapp" stillschweigend voraus. — Wegen eines eventuellen Vorkommens in Polen müsste ein mir nicht zugängliches Werk von Raczynski: „Auctuarium Historiae naturalis Poloniae" (1745) kritisch konsultiert werden, wo, nach Brisson (1760), der Vogel als „Kruk Lesny" oder „Kruk nocny" erwähnt sein soll. Doch erscheint es sehr zweifelhaft, dass die betreffende Angabe wirklich den Gessner'schen „Waldrapp" anging. — Betreffend das Birsigtal bei Basel vgl. Anm. 2, p. 515. — Ebenso betreffend Pfäfers und Graubünden p. 510 ff. und p. 517/18.

rischen naturwissenschaftlichen Literatur ein, z. B. bei J. J. Wagner (Bibliothekar und Stadtarzt in Zürich), in dessen „Historia Naturalis Helvetiae curiosa“ (Zürich 1680) die Beschreibung des „Waldrapp“ (p. 196) ein offenbares Exzerpt aus Gessner darstellt.[1])

Dieser Mangel an eigenen Beobachtungen über den Vogel ist jedenfalls auch der Grund gewesen, dass, als am Ende des 17. Jahrhunderts und um die Mitte des 18. Jahrhunderts wissenschaftlich-systematische Gruppeneinteilungen des Tierreiches sich zu fixieren begannen, der „Waldrapp“ nie an die Stelle des Vogelsystems kam, an die er — seine Ibisnatur einstweilen stillschweigend angenommen — eigentlich gehört hätte. Wohl war schon vor der Rothschild'schen Publikation, wie wir gesehen haben, die Bezeichnung „Ibis“ im Zusammenhang mit dem „Waldrapp“ gelegentlich aufgekommen (vgl. p. 504 und 523), ja selbst von Gessner erwähnt und vielleicht sogar angenommen worden (vgl. p. 509/10), doch betraf das eine Zeit, wo die aussereuropäische Tierwelt, zu welcher der Typus Ibis gehört, zu Vergleichszwecken erst sehr beschränkt in Frage kam. Zu wissen, ob zu Gessner's Zeit, als der „Waldrapp“ in Europa vorkam, ein und derselbe Beobachter sowohl ihn in Europa als in Ägypten oder Syrien den Schopfibis gesehen hat, wie dies eventuell bei dem Gewährsmann des Plinius (vgl. p. 508) zutreffen könnte, wäre für die ganze Frage sehr interessant. Die Entstehung des Passus in Ostermann's Vokabular (vgl. p. 523) oder die Art des Zustandekommens der Beschreibung des „Waldrapp“ bei Lonicer (vgl. p. 510 Anm.), sowie die Prüfung einer Äusserung in einer späteren Gessner'schen Ausgabe (vgl. p. 510 Anm.) könnten vielleicht zu einer Feststellung darüber führen.[2]) Jedenfalls, als nach Gessner die

[1]) Fatio (1906), der diese Stelle auch gekannt hat, sieht in dem Umstand, dass J. J. Wagner schon ca. 100 Jahre nach Gessner vom „Waldrapp“ nichts Eigenes mehr zu berichten weiss, eine wichtige Bestätigung der Meinung, die hinter Gessner's Bericht irgendeinen Irrtum vermutet. Dies ist aber, wenn der Vogel gegen Ende des 16. Jahrhunderts und im 17. Jahrhundert tatsächlich verschwunden war, zumal bei der relativ geringen Verkehrsintensität und mangelnder Kontinuität der Beobachtungen in der damaligen Zeit, wohl nicht so sehr verwunderlich.

[2]) Von den Naturforschern, die in jener Zeit in Ägypten waren, käme hier vor allem Pierre Belon (Bellonius) in Betracht, der zwischen 1546 und 1549 eine längere Reise, unter anderm auch in jene Gegenden machte. Er ist ja auch von Gessner selbst als Beschreiber des schwarzen Ibis zitiert worden (vgl. p. 504). Die Möglichkeit, dass gerade Belon beide in Frage stehende Vögel gesehen hätte, wäre um so eher denkbar, als er ein Freund des Valerius Cordus war, von dem, wie wir (p. 515) hörten, die Angabe über das Vorkommen der mit dem „Waldrapp“ in Beziehung gesetzten „Steynraben“ bei Passau und Kelheim stammt. Ja, in dem Artikel „Pivoine“ (p. 358) seiner „Histoire de la Nature des Oyseaux“, Paris 1555, berichtet Belon sogar, dass er mit Caspar Nevius und Hieronymus Scribonius zusammen den Valerius Cordus auf dessen Reisen zur Beobachtung von Tieren und Pflanzen in Bayern, Sachsen und andern Teilen Deutschlands begleitet habe. Also

Ausbreitung der Tierkenntnis allgemeineren Charakter angenommen hatte, ein Vergleich beider Vögel damit leichter möglich geworden wäre und das Resultat dieses Vergleiches im neuen Vogelsystem hätte Platz finden können, da war offenbar seinerseits der „Waldrapp" unbekannt geworden. So verblieb es denn beim Alten. Gessner aber hatte den schwarzen Vogel, der (wie heute noch der Schopfibis in Nordafrika, vgl. p. 506) mit Krähen und Raben herumflog und nach Art dieser Vögel seine Nahrung suchte, bei den Rabenvögeln untergebracht, wobei zu bedenken ist, dass zu jener Zeit auch der Cormoran gelegentlich als „Corvus aquaticus" bezeichnet wurde. Weil sie den ihnen unbekannten Vogel im Zusammenhang mit einem ebenfalls rätselhaften Wasservogel (vielleicht eben dem Cormoran) hatten diskutieren wollen, haben Aldrovandi und Jonston den „Waldrapp" bei den Wasservögeln behandelt. John Ray (1676), dem Mitbegründer der wissenschaftlichen Systematik, blieb bei der Herausgabe der Ornithologie seines verstorbenen Freundes Willughby nichts anderes übrig, als den „Corvus sylvaticus" in einem Anhang zu belassen, wo die unbekannten Vögel zusammengestellt waren („Appendix continens aves suspectas vel nimis breviter minusve accurate descriptas").

Des näheren die Art und Weise zu verfolgen, wie auf Grund der mehr oder weniger rein erhaltenen Gessner'schen Beschreibung des „Waldrapp" der Vogel in der ornithologischen Literatur des 18. Jahrhunderts von Autoren, die ihn nicht kannten, bald hierhin, bald dorthin, von den Krähen zu den Wiedehöpfen und den Brachvögeln geschoben wurde, hat hier keinen Sinn. Übersichten darüber finden sich bei Rothschild (1897), Naumann, Herman (1903) und anderen. Die meisten der dabei in Frage kommenden Werke sind auch für diese Studie noch einmal eingesehen worden. Bei Brisson (Ornithologia, Paris 1760, vol. 2, p. 6) ist man zuerst geneigt anzunehmen, dass er den Vogel aus eigener Anschauung gekannt habe, da er die Farbe der Flügel und des Schwanzes sowohl von unten als von oben beschreibt, auch sonst sehr ins Detail geht und die Abbildungen von Gessner und Albin kritisiert. Aber die Beschreibung des Vogels trägt nicht die zwei Sternchen, durch die, nach der Vorrede zu schliessen, Brisson diejenigen Arten bezeichnen **wollte, die er selbst gesehen hat.**

---

wahrscheinlich gerade auf jenen Reisen, als deren Ergebnis die „Sylva observationum" des Cordus zu gelten haben, in denen die Beobachtung der „Steynraben" verzeichnet ist. Leider aber scheint sich, wie schon p. 509 Anm. erwähnt, in Belon's Werken nichts auf den „Waldrapp" Bezügliches zu finden, ein Umstand, der allerdings auch mit der Möglichkeit in Beziehung zu bringen wäre, dass mit des Cordus' „Steynraben" gar keine „Waldrappen" gemeint waren (vgl. Anm. 2, p. 515).

Aus dem sich gegen das 19. Jahrhundert hin immer stärker verwirrenden Knäuel von Nachrichten lohnt es sich, glaube ich, nur eine Darstellung besonders herauszuholen. Es ist dies die zwar völlig auf Gessner gegründete Beschreibung des „Waldrapp“ in Eleazar Albin's Suppl. Nat. Histor. Birds 1740, vol. III, p. 16, an deren Schluss jedoch (zitiert nach Rothschild) die bemerkenswerte Notiz sich findet: „This bird I had out of the collection of Sir Thomas Lowther“. Lag hier wirklich im 18. Jahrhundert ein europäisches, resp. da Albin den Vogel „Wood-crow from Switzerland“ [1]) nennt, ein schweizerisches Exemplar des „Waldrapp“ vor? Oder war etwa das Exemplar in der Sammlung Sir Lowther's, das Albin für den „Waldrapp“ nahm, ein afrikanischer Ibis und hatte dadurch Albin unbewusst schon die Beziehung „Waldrapp“ = Schopfibis hergestellt, 1½ Jahrhundert bevor sie durch Rothschild, Hartert und Kleinschmidt zustande kam? Eventuelle Nachrichten über die Zusammensetzung oder den Verbleib von Sir Lowther's Sammlung resp. über seine Bezugsquellen für dieselbe könnten vielleicht diese Frage noch klären helfen.

Die Verwirrung über das Wesen des „Waldrapp“ in der ornithologischen Literatur war dann schliesslich im 19. Jahrhundert so gross geworden, dass man annahm, der Vogel habe überhaupt nicht existiert, Gessner sei durch eine zusammengesetzte Vogelfigur getäuscht worden oder habe ein beschädigtes Exemplar einer Alpenkrähe vor sich gehabt. (Bechstein, „Naturgeschichte der Vögel Deutschlands“, 2. Aufl., 1805; Meisner und Schinz, „Die Vögel der Schweiz“, 1815; Oken, „Die Naturgeschichte der Vögel“, 1837, und andere.) So meint Meisner, bei Behandlung des rätselhaften „Waldrapp“ in dem Werk „Museum der Naturgeschichte Helvetiens“, Bd. I, Bern 1820, unter anderem: Gessner's Angabe, wonach der alte „Waldrapp“ einen Federnschopf am Kopfe habe und zugleich auf dem Kopfe kahl sei, scheine doch offenbar einen Widerspruch zu enthalten, oder vielleicht hatte „durch übele Behandlung, durch die angehende Verwesung oder durch das Mausern Gessner's Vogel (der, nach Meisner, nur eine Alpenkrähe sein konnte) einen Teil seiner Kopffedern verloren, während andere aus ihrer natürlichen Lage gekommen waren und wie ein Kamm in die Höhe standen“. Ja, Friedrich schrieb p. 435 seiner „Naturgeschichte der deutschen Vögel“ 1891 sogar (zitiert nach Hopf, 1907): „Der Waldrabe (Corvus syl-

[1]) Killermann spricht von einem Exemplar aus einer schweizerischen Sammlung, das Albin vorgelegen habe. Gemeint ist doch wohl auch hiermit nur das obenerwähnte Exemplar aus der Sammlung Sir Lowther's, also jedenfalls einer englischen Sammlung?

„vaticus Gessner) ist ein künstlich verunstaltetes Stopfexemplar und „aus Teilen verschiedener Vögel zusammengesetzt. Dieser Popanz „ist auch in Linné's Werken".

Diesen Meinungen gegenüber muss aber doch mit besonderem Nachdruck die Unmittelbarkeit eines guten Teiles der Darstellung Gessner's betont werden, zum Beispiel auf den Umstand hingewiesen werden, dass er den Magen des Vogels untersucht hat, es also jedenfalls nicht nur mit einer Abbildung zu tun hatte. Die Auffassung, dass es sich beim „Waldrapp" einfach um eine Alpenkrähe gehandelt habe, hat schon Willughby 1676 gehabt, und John Ray (vgl. p. 527) ist schon damals dieser Meinung seines verstorbenen Freundes entgegengetreten mit dem Hinweis auf die Grösse des beschriebenen Vogels und die Federnhaube am Kopf. Selbst wenn man die persönliche Bekanntschaft Gessner's mit der Stein- oder Alpenkrähe *(Pyrrhocorax pyrrhocorax* oder *Graculus graculus)*, die er zwar ebenso wie die Schnee- oder Alpendohle *(Pyrrhocorax alpinus)*, besonders unterschieden und abgebildet hat, in Zweifel zieht, kann man an eine Verwechslung mit einem dieser beiden, in Grösse und Gestalt von der des beschriebenen „Waldrapp" so abweichenden Vögel nicht glauben. Sehr richtig hat dazu noch in neuerer Zeit von Burg (1909/10) nachdrücklich darauf hingewiesen, wie an verschiedenen Stellen des Vogelbuches Gessner bei Beschreibung anderer Vögel auf den „Waldrapp" Bezug nimmt, so etwa wenn er den Schnabel des Sichlers *(Plegadis falcinellus)* kennzeichnen will und dazu an denjenigen des Brachvogels und des „Waldrapp" erinnert. Dergleichen geschieht wohl wirklich nur mit Objekten, die einem aus eigener Erfahrung geläufig sind.

In der Schweiz war übrigens die Auseinandersetzung mit der Gessner'schen Darstellung am Ende des 18. Jahrhunderts und zu Beginn des 19. dadurch besonders akut geworden, dass die von auswärts kommenden, naturbeflissenen Reisenden sich ausdrücklich nach dem Vogel, der durch Gessner's Bericht als Schweizervogel bekannt geworden war, erkundigten, um in ihren Reisewerken über ihn Auskunft geben zu können. Das war namentlich der Fall beim Besuch der ihrer Vollständigkeit wegen vielgerühmten Schweizer Vogelsammlung des Pfarrers Daniel Sprüngli in Bern. Wie oft mag Sprüngli nach diesem Vogel gefragt worden sein! So erwähnt G. K. Ch. Storr in seiner Alpenreise vom Jahre 1781 (I. Teil, Leipzig 1784, p. 72), dass er den schönen Corvus eremita, der in den Alpen zu Hause ist, bei Herrn Sprüngli nicht gefunden habe. Ebenso schreibt William Coxe in seinen reichhaltigen „Travels in Switzerland", London 1801, vol. III, Appendix „Faunula Helvetica",

p. 334, betr. den „Waldrapp“: „This bird is entirely unknown to „Mr. Sprüngli, though said to be a native of the Swiss mountains. „He took great pains to discover it but in vain, and suspects, after „all, that if it does really exist, it is only a variety of the preceeding“ [i. e. Corvus graculus, die Alpenkrähe].

Auch brieflich hat Sprüngli offenbar öfters Veranlassung gehabt, Auskunft über den „Waldrapp“ zu geben. So stützt sich der oben p. 528 erwähnte Bericht von Meisner im wesentlichen auf einen von Sprüngli an den hervorragenden Strassburger Naturforscher Prof. J. Hermann gerichteten Brief, in dem die Existenz des „Waldrapp“ als besonderer Vogelart durchaus bezweifelt wird. Eine Kopie dieses Briefes nebst einer ausführlichen kritischen Behandlung der damaligen „Waldrapp“-Literatur findet sich in Sprüngli's handschriftlicher „Ornithologia helvetica“ (um 1800), die im Museum für Naturgeschichte in Bern aufbewahrt wird und mir durch die Freundlichkeit Herrn Prof. Th. Studers zugänglich war. Auch Steinmüller, der rührige Herausgeber der „Alpina“, erwähnt in einem Artikel: „Über die Verdienste des Dr. Conrad Gessner und des Pfarrer Daniel Sprüngli um die Schweizerische Ornithologie etc.“, (Neue Alpina, Bd. 1, 1821) einen an ihn gerichteten Brief Sprüngli's, in dem es, den „Waldrapp“ betreffend, heisst: „Dieser Vogel bleibt mir „ein Rätsel, wenn er nicht der gleiche mit dem Corvus graculus ist. „Buffon will zwar das Gegenteil beweisen, ohne mich zu überzeugen. „Wichtige Gründe lehren mich vielmehr, dass Gessner bei seiner „Beschreibung keinen andern Vogel als den Graculus vor sich ge„habt habe und kann also diese Art im System nur gestrichen werden“. Steinmüller selbst, der in der ganzen Schweiz Beziehungen zu Naturkundigen hatte, namentlich auch mit dem Bündner Conrad von Baldenstein, ist bei derselben Gelegenheit noch radikaler in seinem Urteil über Gessner in diesem Punkt und erinnert damit völlig an die oben erwähnten Äusserungen von Bechstein, Oken, Meisner und andern.

Nachdem wir so die Spur des sonderbaren Vogels durch die Jahrhunderte hindurch sich hatten verlieren sehen, wird uns das Aufsehen, das die Publikation Rothschild's und seiner Mitarbeiter 1897 erregen musste, erst recht begreiflich. Von den Fragen, die dadurch ausgelöst wurden, bleibt zum Schluss noch eine zu berühren, nämlich wieso die im 16. Jahrhundert einigermassen bestimmten Nachrichten sich allmählich derart hatten verwirren und verändern können. Die Antwort ist naheliegend und öfters in dem Sinne gegeben worden, dass der Vogel zu Beginn des 17. Jahrhunderts rasch aus Europa verschwand. Man hat auch über die Gründe dieses Verschwindens Vermutungen angestellt und als Ursache hauptsächlich Verdrängung

durch den Menschen angenommen. Vor allem hat Lauterborn dieses Motiv gegenüber der andern Möglichkeit einer seitherigen Veränderung der klimatischen Verhältnisse[1]) verteidigt und darauf hingewiesen, dass das offenbar viel geübte Ausheben der Nester bei der geringen Zahl von Eiern sehr wohl dabei in Frage kam, zusammen mit einer damals vielleicht zunehmenden Besiedlung der wärmeren Täler, an deren Wänden der Vogel sein Wohngebiet hatte. Da er seines Wärmebedürfnisses und seiner Nahrung wegen nicht wie andere nach der Höhe ausweichen konnte, musste er völlig auf das Wohnrecht in diesen Gebieten verzichten. In einer vom Standpunkt der allgemeinen Biogeographie aus orientierten Ausführung setzt Lauterborn das Schicksal des „Waldrapp" in Europa in Beziehung zu demjenigen ähnlich situierter, mediterraner Faunaelemente, vor allem von Vögeln wie Lämmergeier, Rothuhn, Steindrossel und Alpenkrähe, die ebenfalls mehr oder weniger stark nach Süden zurückgedrängt wurden.

Als feststehend gilt dabei und wird wohl fast allgemein angenommen, dass der „Waldrapp" tatsächlich aus Europa und zwar seit langem verschwunden sei. Gelegentlich hatte man wohl Vermutungen oder Hoffnungen ausgesprochen, dass der „Waldrapp" als scheuer Nachtvogel in abgelegenen, öden Felsregionen sich noch aufhalte. So hatte Dr. Fischer-Sigwart 1914 auf seinen verdienstlichen Anfragen in der Pfäferser Gegend (wo, wie p. 517 gesagt, Sprüngli schon am Ende des 18. Jahrhunderts erfolglos Nachforschungen nach dem „Waldrapp" angestellt hatte) einmal einen derartigen Bescheid erhalten, dem aber ebenso, wie noch in andern Fällen, Verwechslungen mit Krähen- und Rabenarten zugrunde liegen mochten. Ausserdem erhielt Dr. Fischer-Sigwart von Herrn Präparator Gustav Schneider in Basel die Nachricht, dass ihm in seiner Eigenschaft als Konservator der Zoologischen Abteilung des naturhistorischen Museums in Colmar im Elsass ein in diesem Museum befindlicher Schopfibis besonders aufgefallen sei und dass in einem ebendaselbst aufgefundenen, älteren Manuskript, das er zu publizieren gedenke, sich eine Stelle finde, wonach der Autor des Manuskriptes einen „Waldrapp" noch lebend im Tirol gesehen habe. Als ich daher diese Untersuchung unternahm, erkundigte ich mich bei Herrn Schneider nach dem Stand der Angelegenheit, erfuhr, dass das Manuskript noch nicht publiziert sei, und bat ihn danach, es dieser Mitteilung als Anhang beizufügen. Herr G. Schneider ging auch bereitwillig

[1]) Diese Veränderung könnte natürlich sowohl das Klima Europas als dasjenige der ägyptisch-syrischen Gegenden betroffen haben.

auf den Vorschlag ein und nahm zu diesem Zweck eine Prüfung des genannten, ziemlich umfangreichen, in Colmar gefundenen Manuskriptes vor. Durch Vergleich mit andern Stellen desselben ergab sich nun, dass die Angabe des Autors, persönlich im Tirol einen „Waldrapp“ gesehen zu haben, eingehender Kritik nicht stand hält. Der Schluss, zu dem Herr Gustav Schneider durch näheres Studium des Gesamtmanuskriptes geführt wurde, ist vielmehr, wie er mir mitteilt, folgender: „Herr de Peyerimhoff, der Verfasser des Manus„kriptes, das zu Anfang des 19. Jahrhunderts geschrieben sein dürfte, „hat offenbar nur — den damaligen Anschauungen über den Vogel „folgend — irrtümlicherweise die deutschen Namen, wie zum Beispiel „Thurmwiedehopf, Schweizereremit, Scheller etc., welche für den „typischen „Waldrapp“ Gessner's Gültigkeit hatten, auf die Alpen„krähe, die er auch Feuerrabe nennt, bezogen. So ist das Rätsel, „wieso de Peyerimhoff noch zu jener Zeit einen „Waldrapp“ lebend „im Tyrol zu sehen bekommen habe, gelöst!“ [1])

Bei Gelegenheit obiger Mitteilungen hat mir Herr Schneider noch von weiteren Angaben über das Leben des Schopfibis in Syrien Kenntnis gegeben, die im Zusammenhang mit dem eben behandelten Problem von besonderem Interesse sind und daher am Schluss dieser Studie als Anhang beigefügt werden.

All das Vorausgegangene zusammengenommen, vor allem die inzwischen (seit 1906) dazugekommenen Nachweise von Abbildungen und Berichten über den „Waldrapp“ gestatten wohl auch eine Revision der prinzipiell durchaus sympathischen Bedenken Fatio's (1906), die gegenüber denjenigen früherer Autoren, Sprüngli's etwa, dadurch sich unterscheiden, dass sie nach der Meinungsäusserung Rothschild's und seiner Mitarbeiter vorgebracht worden sind. Fatio hatte trotz der Rothschild'schen Publikation und trotz Aufnahme des Vogels in Naumann's „Vögel Mitteleuropas“ den „Waldrapp“ als „Schweizer Vogel“ in seinen „Vertébrés de la Suisse“ 1899/1904 unerwähnt gelassen. Dieses Schweigen von so autoritativer Seite war in der ornithologischen Zeitschrift „The Ibis“ vermerkt worden, wodurch Fatio veranlasst wurde, sich 1906 zu der Meinung zu bekennen, dass für ihn Gessner's „Waldrapp“ eine zu unklare Gestalt sei, als dass ein bestimmter Vogel heute noch damit identifiziert werden könnte. Wohl mit Recht weist unter anderem Fatio die Beziehung des „Waldrapp“ zu einem von Aldrovandi erwähnten, aus Illyrien stammenden Vogel

---

[1]) Eine ausführlichere Darstellung darüber, mit den durch seine Untersuchungen zutage geförderten Belegen und dem Originaltext der de Peyerimhoff'schen Beschreibung seines „Waldrapp“, wird Herr G. Schneider in den Mitteil. d. Naturhistor. Gesell. von Colmar veröffentlichen.

zurück, womit gleichzeitig auch einige Angaben Gessner's, die sich auf Corvus marinus und dgl. beziehen, beiseite geschoben werden. Weiter kann sich Fatio damit nicht einverstanden erklären, einen Vogel wie den „Waldrapp" mit vollständig gespaltenen Zehen und befiedertem Augenzügel für einen Ibis mit kahlem Kopf, kleiner Bindehaut („semi-palmure") zwischen äusserer und mittlerer Zehe, sowie stark gebogenem Schnabel zu halten. Entweder, so meint Fatio, sind zwischen dem 16. und 18. Jahrhundert aus der Schweiz zwei Vögel verschwunden oder keiner. Er selbst neigt der letzteren Ansicht zu und könnte sich vorstellen, dass bei der Beschreibung der Lebensweise des „Waldrapp" eine Vermischung von Charakterzügen der Steinkrähe (Nistweise) und des Sichlers (Wanderung) stattgefunden hat.

Demgegenüber ist zu sagen, dass, was den Schnabel anbetrifft, wohl nur Gessner's Abbildung zu Bedenken Anlass gibt. Gessner's Beschreibung und die Vergleiche, bei denen er ihn erwähnt (vgl. p. 529), lassen den Schnabel als typisch ibisförmig erkennen. Das Fehlen der kleinen Zehen-Bindehaut auf der Abbildung Gessner's — im Text ist nur allgemein von gespaltenen Beinen, offenbar im Gegensatz zu denen der Wasservögel, die Rede — dürfte unmassgeblich sein, denn auch bei dem sonst vorzüglichen Bild des zu den Ibissen gehörigen Sichler's („Icones avium", p. 116) sind die Zehen völlig gespalten. Ebenso darf auch die Befiederung der Augenzügel auf den „Waldrapp"-Bildern nicht allzu stark bewertet werden. Denn die Jungen des Schopfibis haben ja einen befiederten Kopf; sie sind zunächst allerdings auch ohne Federnschopf. Aber zwischen diesem Stadium und dem Aussehen der alten Exemplare mit Schopf und völlig kahlem Kopf bestehen vermutlich alle möglichen Übergänge. Einige Bedenken erregt allerdings, wie schon zu Anfang (p. 507) erwähnt, dass in Gessner's „Waldrapp"-Beschreibung von der auffallenden, blauschwarzen Hornplatte, die den Kahlkopf der alten Schopfibisse überdeckt, mit keinem Wort die Rede ist. Will man nicht annehmen, dass hauptsächlich jüngere Vögel den Zug nach den Alpen ausführten, so bleibt vielleicht auch die Möglichkeit, den „Waldrapp" zwar nicht für identisch mit dem Schopfibis, aber doch für einen nahen Verwandten desselben zu halten. Hat der Schopfibis doch auch in Südafrika einen in Kopfform und Kopffärbung von dem nordafrikanischen abweichenden, nahen Verwandten (*Geronticus calvus* [Bodd.])!

Auf das frühere Vorkommen eines Ibis in den Alpen darf aber wohl nach dem Vorausgegangenen mit grösster Wahrscheinlichkeit geschlossen und angenommen werden,

dass die alten Beschreibungen des „Waldrapp“ zum guten Teil damit in Beziehung stehen.

Zum Schluss ist es vielleicht nicht wertlos, von der Stelle aus, bis zu welcher diese Untersuchung geführt werden konnte, Richtungen anzudeuten, in denen weitere Aufklärung zu suchen sein dürfte. Folgendes käme dabei in Betracht:

1. Nachforschungen über den römischen Alpenpräfekten Egnatius Calvinus (vgl. p. 508).
2. Durchsuchung naturwissenschaftlich orientierter Incunabeln und Schriftsteller des Mittelalters auf Abbildungen und Angaben über den „Waldrapp“ hin, namentlich solcher Werke, deren Autoren mit der Schweiz, Tirol, Bayern oder Steiermark in Beziehung standen.
3. Systematischer Vergleich sämtlicher lateinischer und deutscher Ausgaben von Gessner's Vogelwerken auf die Angaben über den „Waldrapp“ hin (vgl. p. 510 und p. 515/16).
4. Versuch, über die Entstehung und Herkunft der Holzschnitte in Gessner's und Stumpf's Werken etwas zu erfahren.[1])

---

[1]) Ziemlich verbreitet findet sich die Ansicht, dass der Zürcher Hans Asper als Illustrator von Gessner's Naturgeschichte zu gelten habe. Diese in so allgemeiner Form wohl zuerst von Hans Kaspar Füssli 1755 ausgesprochene Meinung wurde von Salomon Vögelin (Neujahrsbl. Stadtbibl. Zürich 1882) sogar dahin erweitert, dass Hans Asper in den 40er und 50er Jahren des 16. Jahrhunderts „die artistische Leitung der Froschauer'schen illustrierten Verlagswerke besorgte“. Letzteres sollte namentlich aus seiner Mitarbeit an der aus derselben Offizin hervorgegangenen Stumpf'schen Chronik geschlossen werden. Der Umfang dieser Mitarbeit scheint aber ebenfalls nichts weniger als sicher festzustehen. Und wenn schliesslich auch ein und derselbe Künstler gewisse Teile der Illustration von Stumpf's Chronik und die Holzschnitte für Gessner's Naturgeschichte ausgeführt hätte, so würde doch die in beiden Werken so grundverschiedene Abbildung des „Waldrapp“ erst recht für uns hier wieder ein neues Problem bilden (vgl. p. 520). Nach den sehr willkommenen Mitteilungen F. O. Pestalozzi's im Supplement zum Schweizer. Künstlerlexikon S. 15 würde die Annahme der künstlerischen Mitarbeit Hans Asper's an Gessner's Naturgeschichte wirklich bis zu einem gewissen Grade zu recht bestehen. Wie gross sein Anteil an dieser Illustration jedoch war, ist auch jetzt noch unbekannt. Von vornherein muss aber wohl durchaus damit gerechnet werden, dass das Vorlagenmaterial zu den Holzschnitten in Gessner's Werk überhaupt gar kein einheitliches war. Wissen wir doch z. B., dass in Gessner's Naturgeschichte das Bild des Rhinozeros einen viel früher (1515) entstandenen Dürer'schen Holzschnitt als Vorlage hatte, dass Giraffe, Faultier, Gürteltier, viele Fische und manches andere nur Kopien aus andern Werken waren, dass er das Bild des Mantelpavians von Theodor Beza erhielt usf. Und was speziell die Vögel anbetrifft, so gedenkt Gessner selbst eines jagderfahrenen Strassburger Malers, namens Lucas Schân, als des Mannes, der ihm die meisten Vogelbilder geliefert habe. (Die Allgem. Deutsche Biographie sowie Victor Carus in seiner „Geschichte der Zoologie“ nennen den Maler: Lucas Schrön). Der betr. Passus lautet bei Gessner in der Vorrede zum I. Buch der „Historia animalium“ (Tiguri 1551): „Lucas Schân, pictor Argentoratensis aves plurimas ad vivum nobis expressit et quarundum historias quoque addidit, vir picturae simul

5. Feststellung der Gewährsmänner Gessner's oder der Gegend, von der er seinen „Waldrapp" hergehabt (vgl. p. 516/17).
6. Genauere Durchforschung der Werke und des event. schriftlichen Nachlasses von Pierre Belon (du Mans) († 1564) auf Äusserungen über „Waldrapp" oder Schopfibis (vgl. p. 509 Anm. 1 und 526 Anm. 2).
7. Untersuchung über die Entstehung der auf die „Steinrappen" bezüglichen Stelle in Ostermann's Vokabular (vgl. p. 523).
8. Durchsuchung von Erlassen, Regesten, Jagdberichten etc. betreffend die Zeit und Umgebung Kaiser Ferdinand's I († 1564) (vgl. p. 516).
9. Feststellung des Verbleibs der Vogelsammlung Sir Thomas Lowther's (um 1740 herum) resp. der Bezugsquellen desselben für diese Sammlung (vgl. p. 528).
10. Feststellung eventueller weiterer dekorativer Verwendung des „Waldrapp" in Handschriften, Druckwerken, auf Gemälden, Wappen[1]), kunstgewerblichen Objekten u. dgl.
11. Beibringung früherer Angaben (vor 1800) betr. den Schopfibis in Nordafrika und Syrien, sowie genauerer Mitteilungen über sein jetziges Verhalten und Aussehen zu verschiedenen Jahreszeiten und in verschiedenen Altern (vgl. p. 533).

---

et aucupii peritus". Allerdings ist wohl am wenigsten wahrscheinlich, dass gerade Abbildungen von Alpenvögeln (wie diejenige des „Waldrapp") von Strassburg gekommen sein sollten. Ob hier etwa jener Joh. Thomas in Betracht kommt, ein mit Gessner verwandter Zürcher Maler, den das Schweizer. Künstlerlexikon und vor allem die Allgem. Deutsche Biographie (Artikel „Gessner") als im Dienste Gessner's stehend bezeichnen, oder etwa der mit dem Monogramm FO zeichnende Meister, der offenbar (nach fremden oder eigenen Zeichnungen?) die Bilder zweier anderer Alpenvögel für Gessner verfertigt hat, nämlich Schneehuhn und Lämmergeier (ausserdem aber auch Uhu, Falke, Kranich, Schwarzspecht, Kuckuck, Kreuzschnabel u. a.)? In letzterem Falle wäre dann doch womöglich wieder ein Hinweis auf Strassburg gegeben, wo, Nagler zufolge („Die Monogrammisten" 1860, Bd. 2, p. 834), um jene Zeit ein so zeichnender, unbekannter Formschneider tätig war, der, wenn ich Heller's Angaben („Geschichte der Holzschneidekunst" 1823, p. 142) richtig verstehe, Schweizer gewesen wäre und für Gessner's Naturgeschichte gearbeitet hätte. Doch scheint dem Strich und andern Besonderheiten dieses Meisters nach zu urteilen, das Bild des „Waldrapp" kaum von ihm herzurühren. Auf jeden Fall kann nur unter Berücksichtigung aller eben erwähnter Momente gehofft werden, aus der Nachforschung über die Herkunft der Gessner'schen Holzschnitte etwas für das „Waldrapp"-Problem Bedeutsames zu gewinnen.

[1]) Im „Roland", Archiv für Stamm- und Wappenkunde, Jahrg. XVII, Januarheft 1917 (p. 107), auf das mich in zuvorkommender Weise Herr Priv.-Doz. Dr. F. Hegi aufmerksam machte, findet sich eine Mitteilung, derzufolge ein das altererbte Wappen der Familie Henning zierender Vogel als Schopfibis, resp. „Waldrapp" zu deuten sei. Die farbige Abbildung des Wappens in derselben Zeitschrift, Jahrg. XII, p. 153, an die jene Mitteilung anknüpft, zeigt jedoch in nicht zu verkennender Weise einen gewöhnlichen ägyptischen Ibis, an dem nicht die geringste Andeutung eines Nackenschopfes noch sonst etwas zu bemerken ist, das auf den Schopfibis schliessen lassen könnte.

Anhang.

Zu letzterem Punkt, die Biologie des Schopfibis betreffend, sind mir von Herrn GUSTAV SCHNEIDER (Basel) folgende Notizen zur Verfügung gestellt worden:

„Seit den 1897 erschienenen Mitteilungen von Lord Walther von Rothschild, Dr. Hartert und O. Kleinschmidt betr. das Problem des Gessner'schen Waldrapp sind unsere Kenntnisse darüber mannigfach bereichert worden. Immerhin dürften die folgenden Notizen über den Schopfibis hier noch am Platze sein. So schrieb mir seinerzeit Herr Dr. E. Graeter, welcher als Lehrer in Aleppo tätig gewesen ist, und dem ich meine kleine Arbeit über das Waldrapp-Problem übersandt hatte:

„„Soeben habe ich Ihre interessante Abhandlung gelesen und be-„eile mich, Ihnen meine spärlichen Notizen mitzuteilen. Ich sah den „Ibis auf den Inseln und am linken Ufer des Euphrats auf einer „Strecke von 40 km von Tell Ahmar bis Biredjik vom 1.—5. März. „Zum Nisten bieten die hohen Kalkfelsen reichlich Gelegenheit. Am „deutlichsten sah ich die Tiere an der Flusseite der Zitadelle von „Biredjik. Ein alter türkischer Soldat erzählte mir, der Vogel komme „im Februar und ziehe im Juli wieder weg, komme sonst „nirgends vor, und nähre sich von Würmern und Schlangen. Ein-„mal sah ich auf einem Feld 70 Tiere beisammen! Als ich in den „Haufen zielte, riefen mir Bauern zu „das ist Sünde". Der Vogel „scheint wie bei uns der Storch und in Ägypten und Brasilien die „Aasgeier sich des Schutzes des Publikums zu erfreuen. Dafür „spricht auch schon der Name „Scheck", den mir ein französischer „Brückeningenieur angab. Der türkische Soldat hingegen nannte „den Vogel Ketschel Einak.""

Nach den Angaben verschiedener Forscher war vermutlich diese Ibis-Art als Zugvogel im 16. Jahrhundert ja nicht nur in der Schweiz häufig, sondern noch mehr im Osten der Alpen, wo er in Salzburg und Steiermark ja als Vertilger von Ungeziefer und vielleicht auch aus ähnlichen Gründen wie heute unser Storch Schutz und Schonung genoss, wie dies also noch heutigen Tages von Dr. E. Graeter am Euphrat bei dem alten Sarazenenschloss Biredjik festgestellt worden ist!

Dass der Schopfibis zu grossen Gesellschaften vereint an seinen Nistplätzen angetroffen wird, ist zwar bekannt, aber in welch grosser Anzahl dies der Fall ist, darüber sind wir eigentlich erst durch die Mitteilungen von J. Aharoni aufgeklärt worden. Da seine interessanten Beobachtungen im neuen „Naumann" nicht enthalten sind, indem sie erst später gemacht wurden und in einer Zeitschrift er-

schienen[1]), die nicht gerade jedermann kennt und zur Hand hat, so dürfte es willkommen sein, wenn ich das Wichtigste davon auszugsweise wiedergebe.

Von den Brutplätzen sagt Aharoni: „„Man denke sich eine voll-„kommene grosse Ebene, die plötzlich zu einer mehrere hundert „Meter hohen Wand senkrecht abfällt und sich unten wieder als „Ebene fortsetzt. Diese Steilwand bildet oben einen mehrere Meter „überhängenden Rand, in der Mitte weite, schichtenförmige Fächer „und steigt nach unten schräg und glatt zur Ebene ab. Demnach „ist ein Erklettern von unten völlig ausgeschlossen. Wäre nun die „Wand oben nicht überhängend, so könnten Leute an einem Seil „hinuntergelassen werden und gut zu den Nistfächern gelangen. „Aber das weitausladende Dach hält den herabzulassenden Mann „viele Meter von der Wand fern. So sahen wir einmal auf einem „solchen Nistfächer mehr als 30 Eier liegen; es war uns aber trotz „aller Anstrengung nur möglich, sieben davon zu erlangen.

„Der letzte und allerbedeutendste Brutplatz, den wir aufgesucht „haben, liegt unweit Palmyra. Dieser Platz hat nämlich die längste „Wand und er befindet sich mitten in der Wüste. Über tausend „Ibisse mögen es sein, die hier brüten. Auf dem tischebenen Terrain „aber lässt kein Ibis den Jäger auf Schussweite herankommen. Ganz „anders verhält sich jedoch der auf Eiern sitzende Vogel. Er sitzt „dann gewöhnlich so fest, dass man sich mit einiger Vorsicht heran-„schleichen kann. Männchen und Weibchen brüten abwechselnd. „Frühmorgens, ungefähr anderthalb oder zwei Stunden vor Sonnen-„aufgang zieht eine Hälfte in unabsehbare Ferne auf die Nahrungs-„suche aus, während die andere Hälfte auf den Eiern bleibt. Erst „gegen Mittag kehrt die Schar zurück und löst die Brütenden ab, „die nun den ganzen Nachmittag zur Aufnahme von Nahrung ver-„wenden. Nicht alle Ibisse legen einen Horst an; ist dies der Fall, „so besteht er aus trockenem Reisig, etwas Wolle, Tierhaaren und „dergleichen. Die Höchstzahl eines Geleges besteht aus sechs Eiern, „die Mindestzahl aus zwei Stück. Die Eier sind etwas grösser als „Hühnereier und von schwach grünlich-weisser Grundfarbe mit grössern „oder kleinern braunen Sprenkeln oder Punkten betupft"".

Über das Datum der Brutzeit macht Aharoni keine Angaben, er sagt nur an einer Stelle, dass, als er Ende Mai dort einmal angekommen sei (um Eier zu sammeln), die Brutzeit schon längst vorbei gewesen sei, und er nur noch zwei fast flügge Spätlinge erbeutet

---

[1]) J. Aharoni, Rehobot bei Jaffa. An den Brutplätzen von *Comatibis comata* Ehrberg, Zeitschr. für Oologie, 1. Jahrg., Nr. 2. Februar 1911.

habe, die dann in den Zoologischen Garten von Berlin gekommen sind. Die Brutzeit dürfte wahrscheinlich so Mitte März oder im April beginnen; die jungen Stücke im Dunenkleid (pullus), die ich als Bälge von J. Aharoni bekommen habe, stammten von Wukr-ez-Zbéde (in der nordsyrischen Wüste) und waren am 24. und 25. Mai 1914 diesem Nistplatze dort entnommen worden; sie hatten nur eine Grösse (von Schnabel bis Schwanzspitze gemessen) von 24—27 cm (Schnabellänge 4 cm). Sie waren spärlich mit hellbraunem Flaum bedeckt, so dass sie fast nackten, jungen Tauben glichen. Die Zoologischen Museen in Zürich und in Neuchâtel haben von der gleichen Sendung Stücke ähnlicher Grösse von mir bezogen, die dies interessante Stadium zeigen."

Literaturverzeichnis.

Burg, G. von, 1909/10, „Ornithologischer Beobachter", Bern, Jahrg. 7, p. 85—86.

Fatio, V., 1906, „The Ibis", London (8th. ser.) vol. 6, p. 139—144.

Fischer-Sigwart, H., 1902, „Ornitholog. Beobachter", Bern, Jahrg. I, p. 388—389.

— —. 1911/12, „Ornitholog. Beobachter", Bern, Jahrg. 9, p. 17—19.

— —. 1914, „Ornitholog. Beobachter", Bern, Jahrg. 11, p. 73—77.

Dem 1. Heft desselben Bandes 11 des „Ornith. Beobachters" ist auch eine Tafel beigegeben, auf der neben der Wiedergabe des Gessner'schen Bildes vom „Waldrapp" ein im Berliner Zoolog. Garten lebender Schopfibis dargestellt ist.

Göldi, E. A., 1914, „Die Tierwelt der Schweiz (Bern, A. Francke), p. 378.

Haas, F., 1913, 44. Bericht Senckenberg. Naturforsch. Gesellschaft Frankfurt a. M., p. 283—286, 1 Fig.

Herman, O., 1903, „Aquila", Budapest, Jahrg. 10, p. 35—65, 1 Taf.

— —. 1907, „ „ „ 14, p. XXXIII—XLI.

Hopf, L., 1907, Jahreshefte Ver. Vaterländ. Naturk. Württemberg, Jahrg. 63, p. 273 bis 278, 1 Fig.

Killermann, S., 1911, Zoolog. Annalen, Bd. 4, p. 268—279, 2 Fig.

Lauterborn, R., 1912, Zoolog. Jahrbücher. Suppl. XV (Festschrift für Spengel), Bd. 1, p. 537—562.

Musy, M., 1913, Bull. Soc. fribourg. Sc. nat. vol. 21, p. 34—36.

Naumann's Naturgeschichte der Vögel Mitteleuropas, herausg. von C. R. Hennicke, Bd. 7, Nachtrag, p. 199—202, 1 Taf.

Reinhardt, L., 1913, „Prometheus", Jahrg. 24, p. 311—313, 2 Fig.

Rothschild, W., Hartert, E. and Kleinschmidt, O., 1897, Novitates Zoologicae, Tring, Vol. 4, 371—377, 3 pl.

Schneider, G., 1911, Jahresber. Industriell. Gesellschaft Mülhausen, Jahrg. 1911, p. 213—219, 1 Taf.

Über die Arbeit der schweizerischen Erdbebenwarte Zürich.

Von

A. de Quervain.

(Hiezu Tafel XVI.)

(Als Manuskript eingegangen am 30. April 1917.)

Zu den verhältnismässigen Neuigkeiten, welche dem Besucher der diesjährigen Schweiz. Naturforscherversammlung in Zürich vorgestellt werden dürfen, gehört auch unsere schweizerische Erdbebenwarte am Zürichberg, im Degenriedwald. Vor fünf Jahren wurde sie von der Erdbebenkommission als Abschiedsgeschenk der etwas säuerlich lächelnden meteorologischen Zentralanstalt in den Schoss gelegt, die sich nun auf einmal nicht allein für die Bewegungen der Luft, sondern auch des festen Erdbodens verantwortlich sah. Wir müssen der Zurückhaltung der frühern Kommission Dank wissen, welche zwar Instrumente, die sich in der Folge als gut gewählt bewährten, zur Verfügung stellte (ein 500 kg Horizontalpendel Mainka-Bosch mit zwei Komponenten und ein 80 kg Vertikalpendel Wiechert-Spindler & Hoyer), aber dahin gestellt liess, in welcher konkreten Weise die Erforschung schweizerischer Erdbeben damit zu fördern sei.

Jetzt aber erlaubt die seither gewonnene Erfahrung, dass wir uns etwas bestimmter über die Aufgaben der neuen Einrichtung, wie sie sich unserer vorläufigen Einsicht darstellen und über einige bisherige Ergebnisse in der gebotenen Kürze aussprechen, mit gelegentlicher Berührung der organisatorisch damit verbundenen makroseismischen Beobachtungen[1]).

Zu diesen Aufgaben schien uns von vornherein auch eine solche zu gehören, die mittelbar sehr im Interesse der Sache liegt: die Auskunfterteilung an das Publikum. Die Erdbebenforschung ist in unserm Land auf seine Mitarbeit angewiesen, und in unserm demokratischen Staate darf die Allgemeinheit sowieso den Anspruch erheben, von solchen Instituten auch eine möglichst unmittelbare Be-

[1]) Näheres über einige Punkte in den Jahresberichten i. d. Annalen der Schweiz. meteorolog. Central-Anstalt.

friedigung zu erhalten, soweit dies ohne Gefährdung der übrigen Aufgaben möglich ist.

Dem Interesse des Publikums entgegenkommend, gibt deshalb der Erdbebendienst von allen wichtigern Erdbebenaufzeichnungen Mitteilung an die Presse, naturgemäss auch von ausserschweizerischen und aussereuropäischen, soweit die von uns speziell für nähere Beben abgestimmten Apparate diese Angaben liefern. Meistens ist es nach den Aufzeichnungen einer Station ja nur möglich, die Entfernung und vielleicht noch ganz allgemein die Richtung des Herdes anzugeben. In andern Fällen gelang es aber, die erschütterte Gegend mit ziemlicher Bestimmtheit bekannt zu geben, zum Teil längere Zeit, bevor direkte Nachrichten vorlagen, so bei der zerstörenden kleinasiatischen Erdbebenkatastrophe vom 3. Oktober 1914 (siehe das betreffende Seismogramm auf der Tafelbeilage) und bei dem starken Beben im fränkischen Jura vom 2. Juni 1915. Wiederum in andern Fällen, wie bei dem angeblichen „Untergang eines grossen Teils von Kamtschatka“ am 30. Januar 1917, konnten abenteuerliche Meldungen der Presse rechtzeitig richtig gestellt werden. Bei der Langsamkeit des Eintreffens von Kontrollmeldungen in der Kriegszeit kam solchen Angaben ein erhöhtes Interesse zu.

Diese sachliche Auskunfterteilung, welche das Interesse wachhält und auf welche wir grosse Sorgfalt verwenden, erlaubt uns, um so eher auch unsererseits wiederum Anforderungen an Behörden und Lehrer zu stellen in Fällen, wo wir selbst ganz systematische Auskunft einholen müssen.

Was nun die besondere Aufgabe, die Registrierung der schweizerischen Nahbeben betrifft, musste vorerst die Erfahrung zur richtigen Analyse solcher schwacher Diagramme ganz naher Beben, die anderswo kaum zu erlernen war, selbst gewonnen werden. Mit der Sache weniger vertraute Optimisten konnten die Erwartung hegen, dass die Apparate uns über die jährlich in der Schweiz gefühlten und bekannt gewordenen 30—40 Stösse hinaus vielleicht noch eine Anzahl ungefühlter, also bisher nicht bekannter Erschütterungen enthüllen möchten. Ein sachkundiger Skeptiker dagegen durfte sogar zweifeln, ob auch nur ein kleiner Teil der gefühlten Stösse wirklich registriert werden würde? Die Tatsache, dass diese letztere Skepsis doch zu weit ging, stellt den Apparaten ein hohes Lob aus; es hat sich gezeigt, dass im allgemeinen Erschütterungen, die am Epizentrum mit der Intensität IV bis V, d. h. von zahlreichen Personen gefühlt werden, bis auf 100—150 km Entfernung meistens, wenn auch leider nicht immer, noch aufgezeichnet werden; das gibt im Jahr etwa ein Dutzend Fälle allein aus der Schweiz.

Aber auch an Beispielen dafür fehlt es nicht, dass ohne die Aufzeichnungen der Apparate gewisse, zum Teil recht charakteristische Fälle von schweizerischen Beben unserer Kenntnis dauernd entgangen wären, so das erste Tunnelbeben von Grenchen vom 1. Juni 1913. Aus der grössten beobachteten Entfernung solcher Fälle (90 km) und ihren makroseismischen Intensitäten III bis IV lässt sich der Schluss ziehen, dass in der Schweiz jährlich noch mehrere derartige Beben zwar von einer nicht ganz kleinen Zahl von Leuten gespürt, aber trotz unserer 500 Erdbebenkorrespondenten nicht gemeldet werden, und wegen der zu grossen Entfernung auch unsern jetzigen Apparaten entgehen. (Zum selben Schluss führt übrigens auch die weiter unten besprochene scheinbare Periodizität.)

Öfters sind wir wiederum in der Lage, einem einzelnen zögernden Beobachter die objektive Richtigkeit seiner Wahrnehmung zu bestätigen, deren Meldung uns willkommen ist, weil ohne diese die vorhandene, aber mikroskopisch kleine Registrierung uns vielleicht entgangen wäre. Welche kleinsten Spuren oft noch ausgedeutet werden müssen und dank der störungsfreien Apparataufstellung auch gedeutet werden können, davon macht sich der nicht Eingeweihte wohl keinen richtigen Begriff.

Grösseres Interesse bieten gewöhnlich die Fälle stärkerer Intensität, wo die Registrierung deutlich genug wird, um nach der bekannten Methode der Zeitdifferenz zweier verschieden schnell laufender Erdbeben-Wellenarten eine annähernde Entfernung zu berechnen. Diese genäherte Entfernungsangabe kann schon von sofortigem Nutzen sein, um den ersten Schwarm von Fragekarten, die wir nach unserm sich gut bewährenden Verfahren direkt an die Behörden (Gemeindepräsidenten, Pfarrer und Lehrer) senden, von vorneherein ungefähr in die richtige Gegend zu dirigieren. Eile tut nämlich hierbei not; denn es zeigt sich, dass etwa 14 Tage nach dem Ereignis das Ausfüllen topographischer Lücken schon Schwierigkeiten begegnet: die Leute erinnern sich in der ereignisreichen Zeit einer solchen Sache nicht mehr!

Was schon nach unserem bisherigen Material auffällt und für die Zukunft im Auge zu behalten ist, das ist die Tatsache, dass bei Vergleichung der Aufzeichnungen ähnlich starker und ähnlich entfernter Erdbeben Unterschiede in der Deutlichkeit der Aufzeichnungen eintreten, die wir nicht durch die etwas wechselnde Empfindlichkeit der Apparate zu erklären vermögen. So scheint es, dass die aus dem Südosten, d. h. aus dem Churer- und Glarnergebiet stammenden Erschütterungen sich, namentlich mit ihren P-Wellen, weniger gut fortpflanzen als etwa diejenigen aus dem St. Galler

Rheintal, oder aus dem Jura. Es liegt nahe, wenigstens in heuristischer Weise, dafür verschiedene Herdtiefen oder verschieden grosse tektonische Störungen der leitenden Tiefenschichten verantwortlich zu machen. Vorderhand muss freilich mehr Material gesammelt werden. Die kritische Zusammenstellung desselben, in Verbindung mit makroseismischen Unterlagen, bleibt eine Hauptaufgabe.

Eine wesentliche Pflicht nach Erlangung der neuen Hilfsmittel musste es sein, einige spezielle Ergebnisse der schweizerischen Erdbebenberichte zu überprüfen, zu welchen die Begründer und früheren Bearbeiter unserer wertvollen, lückenlos bis 1879 zurückreichenden Beobachtungsreihe gelangt waren.

Da kommt zunächst die auffallende Erscheinung der täglichen und jährlichen Periodizität in Betracht. Nicht nur im vieljährigen Durchschnitt, sondern fast in jedem einzelnen Jahr ergab sich ein ausgesprochenes Häufigkeitsmaximum einerseits für das Winterhalbjahr (64%), andererseits für die Nacht (8p—8a: 73%). Herr Früh, der aus den Jahresberichten eine Statistik der Jahre 1880—1909 zusammengestellt hat, zögerte, die Erscheinung als real zu betrachten. Mit Recht. Denn die nun vorliegenden objektiven Daten, nämlich Zusammenstellungen[1]) unserer instrumentellen Registrierungen in der Schweiz gefühlter Erdbeben der Jahre 1912 bis 1916, deren Zahl immerhin 64 beträgt[2]), ergeben, dass einerseits auf den Winter 48%, auf den Sommer 52% fallen, und dass ferner auf die Nachtzeit nur 44% der Gesamtsumme trifft. Die Apparate bringen also die Entscheidung, dass in der Tat jene Periodizitäten scheinbar sind, nur von der verschiedenen Disponiertheit der Beobachter abhängig. Wenn man übrigens, von dieser Auffassung geleitet, unter den in der Schweiz gefühlten 200 Erdstössen der letzten fünf Jahre die stärkeren, d. h. diejenigen mit Intensität $> IV$ besonders nimmt, so geben diese für das Winterhalbjahr in der Tat auch nur 51% der Fälle; Erdstösse mit Intensität III, welche $^2/_3$ der Gesamtzahl ausmachen, dagegen ergeben für den Winter noch 61% der Häufigkeit. (Die Überzahl ist übrigens fast ausschliesslich durch zwei Januar-Erdbebenschwärme bedingt, während sonst die Monatszahlen auch hier alle kaum einen jährlichen Gang zeigen.) Es sind bezeichnenderweise auch diese schwächern, in ihrer Wahrnehmbarkeit mehr von der Disponiertheit des Beobachters abhängigen Erdbeben, welche ein grosses Übergewicht der Nachtzeit geben (66%), welches bei stärkeren Erdbeben auf 54% zurückgeht!

[1]) wobei mir Herr de Weck, seit 1915 Assistent für den Erdbebendienst, behülflich war.

[2]) Das Material ist ja noch beschränkt. Das abweichende Ergebnis anderer Untersuchungen (z. B. Conrad für Österreich) ist im Auge zu behalten.

Ein immer wieder besonders betontes Hauptresultat aller frühern Berichte bis 1905 war ferner, dass für die schweizerischen Erdbeben die Annahme eines jeweilen örtlich begrenzten Ausgangsgebietes der Erschütterung, eines sogenannten Erdbebenherdes, zu verlassen sei zugunsten der (tektonisch damals verständlicher erscheinenden) Vorstellung, dass sich eine sehr grosse, oft 100—200 km messende Erdscholle gleichzeitig primär verschiebe[1]), während die elastische Fortpflanzung der spürbaren Erschütterung nur eine untergeordnete Rolle an der Peripherie spiele.

Eine wesentliche Voraussetzung dieser Folgerung lag in der früher geläufigen Annahme, die Geschwindigkeit der Erschütterungswellen der obern Schichten betrage etwa 0,5 km in der Sekunde: vereinzelte genauere Zeitablesungen hatten zwar schon damals gelegentlich sehr viel grössere Geschwindigkeiten ergeben. Diese wurden aber als physikalisch unmöglich betrachtet, und gegen die elastische Fortpflanzung gedeutet. Instrumentelle Beobachtungen mussten hier Licht bringen. Wenn auch inzwischen namentlich über die Geschwindigkeit in grössern Tiefen unsere Anschauungen überraschend geklärt worden sind — es sei einzig an die Arbeiten von Wiechert erinnert! —, fehlte es bis vor kurzem noch fast gänzlich an Bestimmungen für die obersten Schichten. Die Ausnützung eines von unsern Instrumenten aufgezeichneten Bebens mit genau festgestelltem oberflächlichen Herd erlaubte uns, für unser Gebiet auch für diese obersten Schichten (bis 3—4 km Tiefe) die Geschwindigkeit von 5,2 km in der Sekunde für die erstankommenden Wellen und 3,0 km für die S-Wellen abzuleiten, die zehnmal grösser ist als die in jenen früheren Bearbeitungen angenommene!

Mit dieser Feststellung, dass auch bei elastischer Stossfortpflanzung von einem engbegrenzten (wenn auch niemals punktförmigen) Epizentrum aus doch nur sehr geringe Zeitunterschiede auftreten, die zum Beispiel in einem Umkreis von 100 km weniger als 10—20 Sekunden betragen, fallen wohl die hauptsächlich früher angeführten Stützen für die Annahme einer gleichzeitigen primären Verschiebung ungeheurer Schollen dahin. Es ist immerhin die Frage, mit Einschränkung auf kleine Gebiete, im Auge zu behalten, nachdem anderswo

[1]) Vergl. A. Heim über die Erdbeben von 1880, 7. Januar, und 1881, 3. März und 9. Juni; A. Forster für die Berner Beben von 1881, 27. Januar, und 1885, 13. März (Simmental) und J. Früh für zahlreiche Beben von 1881—1905, zum Beispiel 23. Februar 1887 und 6. Mai 1898; s. auch Verhandlungen der Schweiz. Naturf. Ges. 1905, 1911, 1914, woselbst Übersicht über die Tätigkeit der Erdbebenkommission. Rückblickend ist von ihm hier, vielleicht bezüglich oben behandelter Frage, bemerkt, dass „Gewissheit" oft besser durch „Wahrscheinlichkeit" oder „Möglichkeit" zu ersetzen wäre.

in extremen Fällen (zum Beispiel San Francisco 1906) direkte Feststellungen grosser primärer, wenn auch nicht gleichzeitiger Verschiebungen der Auffassung gelegentlich doch in gewissem Sinne recht gegeben haben. Falls aber ein solches Primär-Gebiet bei uns jene angenommene erhebliche Ausdehnung hätte, müsste dieselbe daraus nachgewiesen werden können, dass die aus den bekannten Phasendifferenzen P und S gefolgerten Entfernungen verschiedener Erdbebenstationen nicht auf den Mittelpunkt des Gebietes, sondern auf die Randpartien als Ausgangsgegenden der erstankommenden Wellen hinweisen. (Die Frage wird sich freilich mit derjenigen der Herdtiefe komplizieren.)

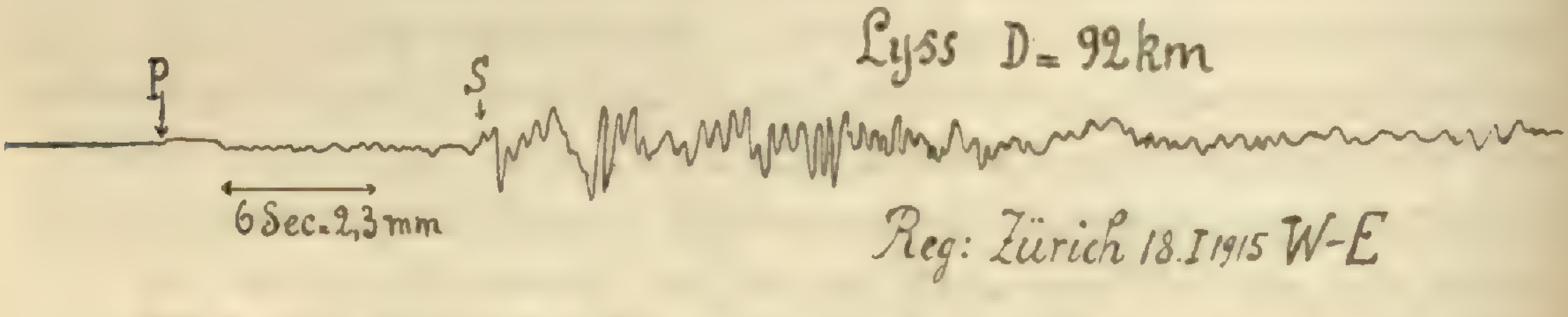


Fig. 1. **Aufzeichnung eines schweizerischen Bebens in Zürich.**
Ausgangsgegend: Lyss-Biel-Solothurn. Stärke IV bis V. Vergrösserung der Bodenbewegung im Original 170fach (Mainka-App), in der Figur ca. 800fach.

Bisher haben unsere Registrierungen in dieser Hinsicht keinen Anlass zu der Annahme eines grössern, primär einheitlich bewegten Gebietes gegeben, sondern sprechen für die in unserem ersten Erdbebenbericht von 1905 angenommene Auffassung von wesentlich elastischer Natur der Erscheinungen im Schüttergebiet. Auszunehmen ist vielleicht der Fall vom 18. Januar 1915, wo die Aufzeichnungen von Zürich (s. Fig. 1) und Neuchâtel etwas mehr auf die Ränder als den Mittelpunkt einer sehr diffusen Epizentralzone zwischen Biel und Solothurn weisen. Diese eigenartigen Erdbeben unserer Molasse, für deren Kenntnis man auch auf die Erdbebenberichte der achtziger Jahre zurückzugreifen hat, sind in dieser Hinsicht besonders im Auge zu behalten.

Mit der Erkenntnis, dass im grössten Teil des oberflächlichen Schüttergebietes unserer Fälle — wenn nicht im ganzen — nur elastische Wellen in Betracht kommen dürften, ergab sich ein von der bisherigen Anschauung abweichender Gesichtspunkt, um die gespürten Erschütterungen zu den Registrierungen zeitlich und nach ihrer Richtung in Beziehung zu setzen. Präzise Zeitmeldungen, für welche eine Anzahl Beobachter in den letzten Jahren in beharrlicher, oft gehinderter Bemühung gewonnen worden sind, gestatteten denn auch wiederholt die deutliche Identifizierung des Gespürten mit

diesen registrierten Phasen — im peripheren Gebiete bleibt nur die zweite, stärkere Phase übrig mit vorwiegend tangentialer Bewegung! — und damit die Feststellung, dass auch sog. objektive Stossrichtungsangaben (auf die zu achten wir fortfahren) wohl nur ganz ausnahmsweise zu tektonischen Schlüssen verwendet werden dürfen.

Fig. 2. **Erdbeben im bernischen Mittelland, 9. Januar 1916.**

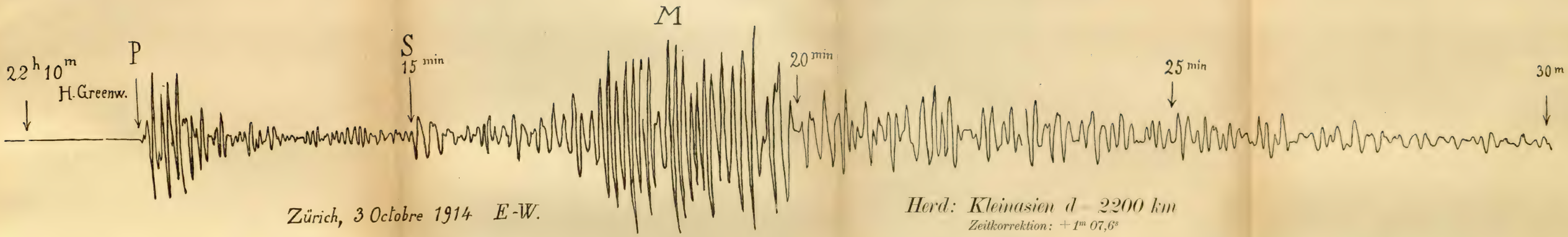
Das Kärtchen zeigt einerseits den Grad der Annäherung, mit welchem in diesem Fall nach den Registrierungen der Erdbebenwarten Zürich und Neuchâtel vor Eintreffen der makroseismischen Beobachtungen die Ausgangsgegend gemeldet werden konnte. Andererseits ist ersichtlich der Genauigkeitsgrad, mit welchem die Verteilung der makroseismischen (gefühlten) Intensität unter günstigen Umständen ermittelt werden kann. — Die einseitige Erstreckung des Epizentralgebiets parallel dem Jurastreichen ist unverkennbar. Sie weist auf eine entsprechende Erhebung des tiefern geologischen Untergrundes in diesem Teil des Mittellandes unter der oberflächlich allein sichtbaren ungestörten Molassedecke.

Eine andere Tatsache von besonderem tektonischen Interesse erscheint dagegen neuerdings feststellbar: Die häufig einseitige Wanderung der Epizentren. Wohl nur auf Grundlage der gegen früher wesentlich genauern makroseismischen Erhebungen, verbunden mit instrumentellen Epizentralbestimmungen, konnte sie für unser Gebiet neuerdings mehrfach deutlich festgestellt werden, nach N bis

NE fortschreitend, und zwar für Walliser-, Urner- und Jurabeben. Es kann übrigens schon auf einen Fall von 1879 verwiesen werden, den A. Heim beschrieben hat.

Deutliche Beziehungen zur Tektonik, deren Nachweis in der Schweiz, wie Prof. Früh betonte, in strengerem Sinne bisher ganz fehlte, scheinen nach den neuern Beobachtungen ferner gegeben zum Beispiel in dem Zusammenfallen einer sekundären Verstärkung der (zuerst nur mikroseismisch richtig lokalisierten!) Erschütterungen vom 1. März 1916 im Gebiet des grossen Juraquerbruchs von Pontarlier, und ferner in der dem Jurastreichen parallelen langgestreckten Anordnung des Epizentrums des Bebens vom 9. Januar 1916, im Bernischen Mittelland, wo die makroseismischen Feststellungen, zunächst geleitet von instrumentellen Angaben, nach unsererseits 1913 eingeführter Erkundigungsmethode mit der besten bisher von uns erreichten Vollständigkeit vorgenommen werden konnten. Das Bebenbild verrät hier durch die Molasse hindurch die tektonische Struktur der Tiefe! (s. Fig. 2). Wir haben hier den Fall, wo die Seismologie der Geologie im Sinne einer vorsichtigen Seismotektonik einen Fingerzeig scheint geben zu können.

Die Hauptfrage — freilich auch dies nur eine Vorfrage im Gedanken an das Ziel der Erforschung der Natur unserer Erdbeben —, in der sich die Seismologie mit der Tektonik berührt, bleibt immer die noch fast ungelöste nach den Tiefen der primären Erschütterungen. Ein erster Versuch in dieser Richtung konnte bei den Churer Erdbebenschwärmen 1913/14 unternommen werden und führte auf die Grössenordnung von 30—40 km. In diesem Punkt kann aber, abgesehen von einer Heranziehung des Publikums zu genauster Zeitbeobachtung (in der unerlässlichen Sekundenablesung und Uhrvergleichung mit unserem Erdbebendienst beginnt namentlich das eidg. Telegraphen- und Telephonpersonal sich auszuzeichnen!), nur durch Zusammenarbeiten mehrerer naher Erdbebenstationen Förderung erhofft werden. Hier haben wir uns nun seit einiger Zeit der Mitarbeit der mit vorzüglicher Zeitkontrolle ausgestatteten Stationen Neuchâtel (Observatorium, Dir. Arndt), sowie neuerdings der Kantonsschule Chur (Prof. Kreis) zu erfreuen, welche in der unentbehrlichen sorgfältigen Instandhaltung der Apparate der schweiz. Erdbebenwarte nicht nachstehen, und uns, in provisorischer Verwirklichung einer seismischen Triangulation, schon hoch willkommene Angaben liefern konnten. In andern Fällen war allerdings die Enttäuschung um so grösser, wo die ungenügende Vergrösserung der betreffenden, weniger empfindlichen Apparate kein Resultat gab, und damit höchst interessante Fälle auch unsererseits nicht auszunutzen



Schweiz. Erdbebenwarte Zürich: Seismogramm eines katastrophalen Fernbebens.
(Originalgrösse; Vergrösserung der Bodenbewegung ca. 170fach.) Auf Grund der Registrierung in Zürich konnte als Sitz des Erdbebens zutreffend Kleinasien gemeldet werden.

erlaubte. Es ist hier der Ort zu sagen, dass ein von den Seismologen selbst bis in die letzte Zeit begangener Irrweg manche mit der Sache nicht völlig Vertraute fast notwendig dazu verführte, im Interesse des Budgets etwas billigere, kleinere Apparate anzuschaffen, während doch gerade hier das Billige sich als „Verschwendung“ erweist; denn die paar hundert Kilo Gusseisen mehr kommen später gar nicht mehr in Betracht gegenüber dem hundertfachen Ärger und vergeblichen Bemühen eines dauernd in Anspruch genommenen Apparatbesorgers, der allzuoft konstatieren muss, dass auch diesmal der Apparat nicht genügte.

Ein guter Stern hat uns geleitet, für unsere Erdbebenwarte solche Apparate anzuschaffen, deren Ausbeute bei sorgfältigster Instandhaltung immerhin recht befriedigen darf, bis das für unsern besondern Fall auf Grund dieser Erfahrungen als notwendig zu erachtende und schon fest geplante Ergänzungs-Instrument aufgestellt werden kann. Wir befinden uns gewiss im Einverständnis mit den betreffenden Stationsleitern, wenn wir sagen, dass es erstes Erfordernis für weitere Fortschritte unserer schweizerischen Erdbebenforschung ist, dass auch die genannten Stationen Apparate erhielten, welche mit der Empfindlichkeit unserer jetzigen im Einklang stehen; hoffentlich gesellt sich zu ihnen auch noch eine weitere Station; vielleicht im Wallis? Man mag einwenden, dass hier mit diesen immer grössern Empfindlichkeitsanforderungen vielleicht eine Art von regressio ad infinitum vorliege. Dies ist aber nicht ganz der Fall; eine gewisse Grenze ist gegeben dadurch, dass bei Erdbeben von einer Epizentralintensität unter IV die makroseismischen Angaben doch nicht mehr mit der örtlichen Sicherheit beizubringen sind, welche für die Diskussion von Apparataufzeichnungen nötig ist. Bei solchen Apparaten verhält es sich auch nicht wie mit jenen kostspieligen astronomischen Teleskopen, deren Vergrösserungen um so seltener gebraucht werden können, je stärker sie sind. In unserem Fall steigt im Gegenteil der „Nutzeffekt“ mit der Empfindlichkeit.

Möge auch hier in diesem kleinen Gebiet schweizerischer Naturforschung der Friede die äussere Möglichkeit des weitern Fortschritts bringen, um den wir uns nach dem Mass der gegebenen Bedingungen und Einsichten hoffentlich nicht erfolglos schon bisher bemüht haben

Zürich, 28. April 1917.

La Physique nouvelle et le Magnéton.

Par

PIERRE WEISS.

(Als Manuskript eingegangen am 30. April 1917.)

L'expérience journalière, l'ensemble des habitudes instinctives contractées depuis l'enfance nous font voir dans les phénomènes naturels des manifestations de propriétés continues de la matière. Rien dans l'aspect d'un courant d'eau, dans les propriétés du courant électrique, dans le mouvement de la chaleur dans les corps ou dans le flux de lumière n'éveille l'idée de discontinuité. L'étude scientifique des faits s'accomode jusqu'à un certain point de cette conception, mais une discussion plus serrée et certaines expériences convenablement orientées vers l'étude de la matière en petite quantité ont montré que tous les corps sont composés de molécules et d'atomes. Leur réalité n'est plus en cause; ils sont acceptés par le chimiste et le physicien dans des doctrines qui se prêtent un mutuel appui. Pour être un peu plus distante de la perception immédiate, leur existence n'en est pas moins aussi solidement établie que n'importe quelle propriété de la matière prise en grandes quantités.

Après les atomes et les molécules les électrons ont fait leur entrée et ces nouveaux petits atomes d'électricité nous sont actuellement aussi familiers que les atomes matériels. On les projette avec des vitesses quelconques, on les recueille, on les compte et on les pèse. Ils forment des rayonnements dont les propriétés sont bien connues, ils interviennent aussi avec succès dans l'explication d'un grand nombre de phénomènes plus compliqués. Dans ces conditions il serait difficile de ne pas admettre leur existence. Assurément il est singulier que la Nature soit ainsi constituée et l'on est tenté de se demander quelle peut être la cause d'un partage de l'électricité en petites parties égales entre elles. Mais notre étonnement serait tout aussi légitime en présence des atomes et des molécules. L'hypothèse des électrons une fois faite a pour elle la simplicité et, n'impliquant aucune contradiction, elle n'a guère d'opposition à redouter.

Il n'en va pas tout à fait de même d'une nouvelle structure discontinue qui a été imposée par l'étude des phénomènes lumineux et qui trouve son expression dans les quanta ou grains d'énergie. Ici on se trouve dans cette situation étrange d'être obligé d'accepter la notion nouvelle quand on considère certains faits et de la trouver en contradiction avec les habitudes les plus enracinées de l'esprit qui résument d'autres faits et paraissent également inéluctables. La continuité de la radiation lumineuse dans l'espace est difficile à raccorder avec la discontinuité au moment de l'absorption ou de l'émission. Il semblerait que pour acquérir droit de cité la notion nouvelle dût d'abord s'affranchir de toute contradiction, se présenter sous un aspect clair et cohérent.

Mais l'évolution a suivi des voies différentes. Il se passa très exactement ce qu'Euler exprimait en disant: ce qui m'humilie, c'est que mes formules voient plus loin que moi. Rien des quanta n'est encore compréhensible et ils marquent un nouveau succès. Et cette fois ce n'est plus dans les phénomènes de radiation pour lesquels ils ont été imaginés mais dans les propriétés de la matière pondérable que se manifeste leur puissance d'interprétation. Ils donnent pour la première fois une explication des anomalies des chaleurs spécifiques aux basses températures. Cette extension rend d'ailleurs plus sensible leur caractère paradoxal: c'est un accroc formel à la vieille mécanique qui ne connaît pas de limite à la divisibilité de l'énergie. Ce n'est pas le seul que comporte la mécanique moléculaire. Le principe de l'équipartition de l'énergie qui devrait être d'une application générale dans les phénomènes dont l'étude ressort de la mécanique statistique a en réalité une portée limitée. Tout se passe comme si l'atome était un petit monde dans lequel les différentes parties sont animées les unes par rapport aux autres de mouvements violents mais comme s'il était séparé du monde extérieur par une enveloppe empêchant toute transmission. Cette enveloppe n'est pas réalisable par les moyens de la mécanique ordinaire. Nous ne comprenons pas non plus pourquoi les courants d'électricité intramoléculaires constitués par les électrons en mouvement ne rayonnent pas d'énergie.

Il apparaît ainsi de plus en plus que notre mécanique classique n'est pas valable pour les corps à l'échelle atomique ou infraatomique. Mais alors s'impose avec force le problème de la recherche des lois qui doivent remplacer celles dont l'insuffisance a été reconnue et il devient très intéressant de rassembler les quelques données que l'on possède pour cette reconstruction. La plus importante sans doute est la nécessité de donner la mécanique classique comme moyenne

des phénomènes atomiques. Mais ces lois élémentaires ne sont pas nécessairement semblables à celles qui en dérivent et l'on conçoit au contraire que l'addition des effets d'un grand nombre de phénomènes moléculaires puisse masquer certains caractères essentiels et doive d'une manière générale estomper les phénomènes en adoucissant les variations brusques. On a une impression intuitive de cette distinction entre le phénomène atomique considéré dans sa pureté et le phénomène pseudocontinu résultant de la superposition d'un grand nombre d'entre eux en comparant un beau spectre de lignes, celui du fer par exemple, avec le spectre du corps noir. L'extrême précision des lois spectrales a toujours été considérée comme une invitation pressante à découvrir les lois des mouvements dans l'atome et est encore une des meilleures raisons que nous ayons d'espérer que ces lois se présenteront avec un beau caractère de simplicité, accessible à l'énonciation mathématique.

Des essais de construction ont été tentés. Bohr a imaginé de compléter en y introduisant les quanta un schéma de l'atome qui avait été suggéré à Rutherford par les phénomènes de la radioactivité et de la dispersion des radiations. Cette synthèse limite la validité des lois de la mécanique classique à certaines surfaces, certaines sphères concentriques entourant le noyau de l'atome, tandis qu'entre ces surfaces les phénomènes obéissent à des lois nouvelles. Cette construction s'est montrée féconde: elle a donné pour la première fois un moyen de calculer à priori une quantité d'importance primordiale, la Constante de Balmer des spectres en séries. C'est un grand succès qui montre que cet atome représente les faits du rayonnement bien au delà de ceux qui ont été directement utilisés dans sa construction.

Mais quelqu'importants que soient les résultats partiels déjà obtenus il est invraisemblable que l'on puisse construire un édifice abritant tous les faits connus en amalgamant avec la vieille mécanique quelques traits isolés que le hasard a permis de dérober à la micromécanique nouvelle. Il est plus probable au contraire qu'avant de construire il faille rassembler d'autres matériaux.

A présent que l'attention des physiciens est dirigée de ce côté il est probable que les données nouvelles ne tarderont pas à se multiplier. On peut ajouter que rien ne saurait être plus attrayant que de les rechercher. Sans doute y a-t-il lieu de faire des expériences de contrôle des théories acquises. Elles donneront satisfaction à l'opérateur quand elles vérifieront les idées dans lesquelles elles ont été conçues. Mais on peut dire sans paradoxe que l'expérience véritablement féconde est celle qui révèle une contradiction. Telle

est la découverte des supraconducteurs de Kamerling Onnes et celle de la stratification des liquides en lames minces, présentée en 1913 par Jean Perrin à la Société Suisse de Physique.

La détermination des moments magnétiques des atomes a montré que le moment atomique est toujours un multiple d'un même moment invariable, *le magnéton*. La même étude a révélé qu'un atome, de nickel par exemple, peut suivant les conditions physiques et chimiques dans lesquelles il se trouve exister dans un certain nombre d'états caractérisés par des nombres de magnétons différents. Ainsi nous connaissons le nickel à trois, huit, neuf et seize magnétons par atome, les trois premiers se rencontrant dans le métal à des températures différentes et le dernier dans les solutions des sels de nickel.

Ces propriétés ont plusieurs points communs avec celles de l'atome de Bohr. Le même atome, d'après Bohr, peut exister dans différents états caractérisés par l'existence d'un électron décrivant des révolutions autour d'un noyau central en se mouvant sur l'une ou l'autre de ces surfaces sur lesquelles il obéit aux lois de la mécanique classique. Il passe d'un état à l'autre par un mécanisme dont le détail est inconnu et qui consiste dans l'absorption ou l'émission d'un nombre entier de quanta. Arrêtons notre attention non sur ces phénomènes de transition mais sur les états stables qu'ils séparent. Chaque électron tournant autour du noyau central possède un moment magnétique, multiple entier d'un même moment élémentaire.

La portée du modèle de Bohr se révèle donc encore une fois plus étendue qu'on ne pouvait le supposer d'après les données introduites dans sa construction. Mais, si l'on examine les choses de plus près on trouve qu'à deux points de vue il y a désaccord entre le schéma et l'expérience. Si l'on admet avec Bohr les valeurs suivantes:

$$h = 0.6575 \,.\, 10^{-26}$$

$$\frac{e}{m} = 7.27 \,.\, 10^{16}$$

pour les deux quantités qui interviennent dans le calcul du moment atomique et dont la signification est bien connue, on trouve à la place du magnéton-gramme que donne l'expérience:

1123

la valeur presqu'exactement cinq fois plus grande:

$$5743 = 5 \times 1148{,}6.$$

D'autre part tous les atomes devraient avoir un moment magnétique. On devrait en particulier s'attendre à ce que l'hydrogène et l'helium auxquels la théorie de Bohr s'applique avec un plein succès fussent l'un et l'autre paramagnétique. Or, l'expérience montre que ces substances sont diamagnétiques et que par conséquent leurs atomes sont dépourvus de moment magnétique.

En définitive, l'atome de Bohr, déjà si intéressant par la reproduction des phénomènes d'émission et d'absorption de la lumière contient aussi, tel qu'il est, une part importante de vérité en ce qui concerne l'explication des phénomènes magnétiques. Mais pour qu'il puisse représenter complètement les faits il faudra qu'il subisse d'importantes retouches. Or rien ne pouvait faire prévoir que les moments magnétiques dussent varier par sauts. Le magnéton est dont bien une de ces données étrangères à la mécanique classique et dont devra tenir compte tout essai de synthèse de la micromécanique nouvelle.

Zurich, le 10 mai 1917.

Über Spiegelbildisomerie bei Platinverbindungen I.

Von

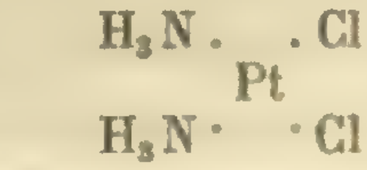
A. Werner.

(Als Manuskript eingegangen am 30. April 1917.)

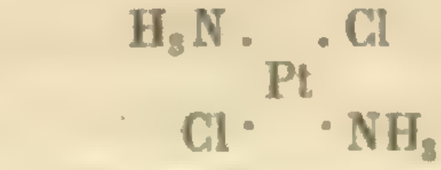
Unter den metallischen Elementen zeichnet sich das Platin durch die verschiedenartigsten sterischen Isomerieerscheinungen seiner Verbindungen aus. Diese Verschiedenartigkeit wird hauptsächlich dadurch bedingt, dass es Platinverbindungen von zwei verschiedenen stabilen Valenzstufen gibt, die beide wohldefinierte Raumisomere aufweisen.

Von Verbindungen des zweiwertigen Platins, welche in Stereoisomeren auftreten, sind z. B. folgende zu erwähnen[1]):

1. Platosemidiammin- und Platosamminsalze.

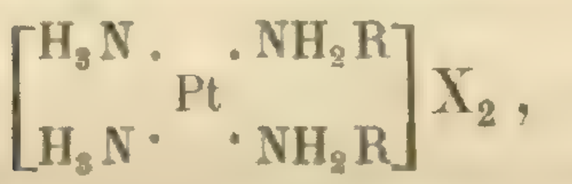


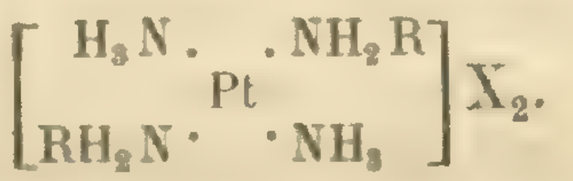
Platosemidiamminchlorid
(Peyrone's Chlorid)



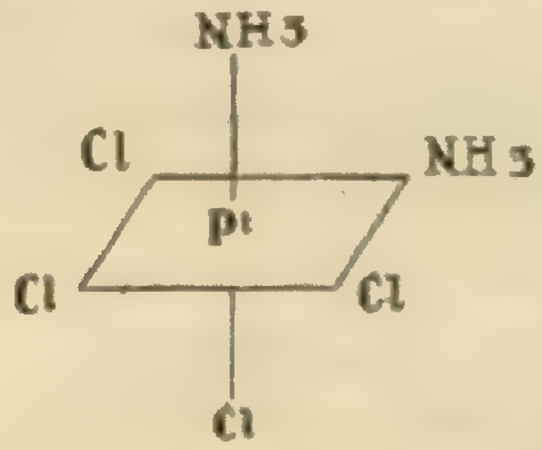
Platosamminchlorid
(Reiset's zweites Chlorid)

2. Tetramminplatoverbindungen:

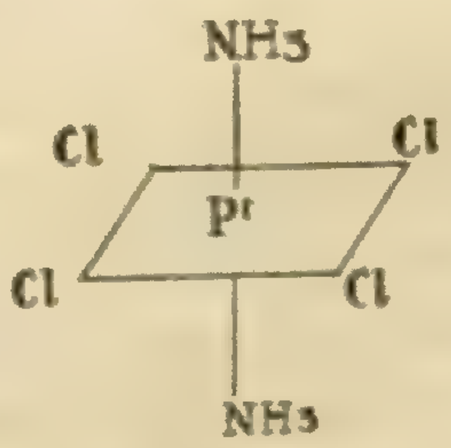




Beim vierwertigen Platin kennt man Verbindungen, welche analog gebaut sind wie die cis-trans-Isomeren von Kobalt- und Chromverbindungen, so z. B. zwei Verbindungen: $(H_3N)_2\,Pt\,Cl_4$ und $(H_3N)_2\,Pt\,Br_4$. Diese Isomeren entsprechen z. B. bei den Chlorverbindungen folgenden Konfigurationsformeln:



cis-Verbindung



trans-Verbindung

[1]) A. Werner, Neuere Anschauungen a. d. Geb. d. anorg. Chemie, S. 357. 3. Aufl. Braunschweig 1913.

Da trotz dieser zahlreichen Isomerieerscheinungen beim Platin bis jetzt Spiegelbildisomere, welche das Bild von der Raumisomerie wesentlich vervollständigen würden, fehlen, so haben wir uns bemüht, solche Verbindungen darzustellen. Es ist uns in der Tat möglich gewesen, Isomere dieser Art aufzufinden, und es sind somit nun Verbindungen von folgenden sechs metallischen Elementen in spiegelbildisomeren Formen dargestellt worden: Kobalt, Chrom, Eisen, Rhodium, Iridium und Platin.

Bei der vorliegenden Untersuchung handelte es sich in erster Linie um die Darstellung einer Verbindungsreihe, deren Konstitution die Möglichkeit der Spaltung in optische Isomere voraussehen liess. Hierzu musste sich z. B. die Triaethylendiaminplatereihe: $(Pt\ en_3)\ X_4$, eignen, von der erwartet werden durfte, dass sie darstellbar sein würde, da die entsprechenden Hexamminplatesalze: $[Pt\,(NH_3)_6]\,X_4$, bekannt sind.

Unsere diesbezüglichen Versuche haben diese Annahme bestätigt, indem die Verbindungsreihe $[Pt\ en_3]\ X_4$, dargestellt und in optisch aktive Formen zerlegt werden konnte. Dieses Ergebnis hat insofern noch eine weitergehende Bedeutung, als es zeigt, dass auch bei vierwertigen Elementen die Verteilung der sechs Gruppen um das Zentralatom eine oktaedrische ist. Diese symmetrische räumliche Anordnung ist für Verbindungen von dreiwertigen Elementen beim Kobalt, Chrom, Rhodium und Iridium, und für Verbindungen von zweiwertigen Elementen beim Eisen nachgewiesen worden. Wir können somit den Schluss ziehen, dass sich die räumliche Anordnung der Gruppen in Radikalen $[M\ A_6]\ Xn$, unabhängig von der Wertigkeit der Zentralatome erweist und in allen Fällen der räumlichen Lagerung der sechs Ecken eines Oktaeders entspricht.

Über die speziellen Ergebnisse der Untersuchung ist noch folgendes hervorzuheben:

Die Darstellung der Verbindungsreihe $(Pt\ en_3)\ X_4$, begegnet Schwierigkeiten, die darauf zurückzuführen sind, dass bei der Einwirkung von Aethylendiamin auf Verbindungen des vierwertigen Platins, z. B. auf die Verbindung: $\left[Pt\ {Cl_2 \atop en_2}\right] X_2$, sehr leicht Reduktion erfolgt, so dass immer nur Derivate des zweiwertigen Platins erhalten werden. Die einzige Methode, nach der es möglich wurde, die gesuchte Verbindungsreihe des vierwertigen Platins zu erhalten, beruht auf der Einwirkung von Aethylendiamin auf das Hexachloroplateat des Aethylendiamins. Die Reaktion geht nach folgender Gleichung vor sich:

$$Pt\ Cl_6 \begin{pmatrix} HH_2N\ CH_2 \\ HH_2N\ CH_2 \end{pmatrix} + 3\ {H_2NCH_2 \atop H_2NCH_2} = \left[Pt\,en_3\right] Cl_4 + {ClH\,.\,H_2N\ CH_2 \atop ClH\,.\,H_2N\ CH_2}.$$

Von der neuen Verbindungsreihe ist noch hervorzuheben, dass sie sich durch ein sehr schwer lösliches aktives Tartrat auszeichnet, so dass man sie in Form dieses Salzes leicht erkennen kann. Da die oft beigemischte Verbindungsreihe des zweiwertigen Platins: $(Pt\,en_2)\,X_2$, kein schwerlösliches Tartrat gibt, so eignet sich dasselbe auch zur Reinigung. Von andern Salzen sind noch das Jodid und Rhodanat bemerkenswert, weil beide durch gelbe Farbe ausgezeichnet sind, während die entsprechenden Salze von $(Pt\,en_2)$ farblos sind.

Experimenteller Teil.

Darstellung des Ausgangsmaterials, rac- $[Pt\,en_3]\,Cl_4 + 2^1/_2\,H_2O$.

8 g. Platin wurden auf dem Wasserbade in Königswasser aufgelöst, die Lösung bis zur Krystallhautbildung eingedampft und über Nacht neben Stangenkali in einem Exsikkator aufbewahrt. Die nach dieser Methode als harter Kuchen erhaltene, nur geringe Mengen von Salzsäure enthaltende Platinchlorwasserstoffsäure wurde nun in 100 cm^3 absolutem Alkohol aufgelöst und die filtrierte Lösung in einem Kölbchen unter Eiskühlung und unter Schütteln portionenweise mit 16 g. (5 Mol. auf 1 Atom Pt.) Aethylendiaminmonohydrat versetzt, wobei ein eigelber Niederschlag von $(Pt\,Cl_6)\,H_2$. en in Klumpen ausfiel. Die Reaktion erfolgte unter Selbsterwärmen der Flüssigkeit und Aufzischen. Nachdem alles Aethylendiamin eingetragen war, wurde das Kölbchen unter Schütteln und Zerdrücken der Salzklumpen auf dem Wasserbade so lange auf 75° erhitzt, bis der Niederschlag grauweisse Farbe angenommen hatte. Die alkoholische Flüssigkeit blieb gelb gefärbt. Nach einstündigem Erkalten bei Zimmertemperatur wurde das weisse Salz abgesaugt, was etwas schwierig war, weil das überschüssiges Aethylendiaminmonohydrat enthaltende Salz klebrig war; dann wurde es mit wenig kaltem Wasser ausgewaschen und das Waschwasser gesondert aufgefangen. Die Produkte bestanden somit aus:

1. Weisser Niederschlag.
2. Waschwasser.
3. Alkoholische Mutterlauge.

a) Behandlung des Niederschlages.

Der Niederschlag wurde in 30 cm^3 Wasser von 80° aufgelöst und die Lösung rasch abfiltriert und zur Krystallisation gestellt. Recht

bald begann die Ausscheidung kleiner, glänzender, zentrisch gruppierter Nadeln, welche bald die Schale ausfüllten. Nach einigen Stunden wurden sie abgesaugt, mit 50 %igem Alkohol gewaschen und auf Ton an der Luft getrocknet. Das Filtrat wurde mit einigen Tropfen konzentrierter Salzsäure angesäuert und auf die Hälfte eingedampft, worauf sich beim Erkalten noch mehr von dem Salz ausschied. Zur Analyse wurde eine kleine Menge nochmals umkrystallisiert und an der Luft auf Ton getrocknet.

0,0666 g. Substanz (bei 115° getrocknet) verloren 0,0052 g. H_2O und gaben verglüht 0,0230 g. Pt.

	Ber. für $[Pt\,en_3]\,Cl_4 \cdot 2^1/_2\,H_2O$.	Gef.
Pt	34,71	34,54
H_2O	8,01	8,12

b) Behandlung des Waschwassers.

Das Waschwasser wurde mit zwei Tropfen konzentrierter Salzsäure versetzt und eingeengt. Beim Erkalten krystallisierten lange, glänzende, dünne Prismen von $(Pt\,en_2)\,Cl_2$ aus, welche ein schwerlösliches Jodid ergaben, das in stark glänzenden Krystallen erhalten wurde.

c) Behandlung der alkoholischen Mutterlauge.

Die alkoholische, aethylendiaminhaltige Mutterlauge wurde mit konzentrierter Salzsäure angesäuert und fast bis zur Trockne eingedampft, der braune Rückstand in 10 cm^3 Wasser aufgenommen, filtriert und langsam auf dem Wasserbade krystallisieren gelassen. Es resultierte ein Gemisch von kleinen Nadeln und langen dünnen Prismen. Die ersten bestanden aus $[Pt\,en_3]\,Cl_4 \cdot 2^1/_2\,H_2O$, die letzteren aus $[Pt\,en_2]\,Cl_2$. Das Gemisch, in etwa 10 cm^3 Wasser aufgelöst und kalt mit fein gepülvertem Ammontartrat verrieben, schied sofort einen weissen Niederschlag aus, der abgesaugt und mit Wasser ausgewaschen wurde. Hierauf wurde er mit einigen Tropfen konzentrierter Salzsäure gut verrieben, mit absolutem Alkohol vermischt und nach einigen Minuten abgesaugt und mit absolutem Alkohol säurefrei gewaschen. Das entstandene weisse Salz erwies sich durch die nachstehend beschriebenen Fällungsreaktionen als reines: $[Pt\,en_3]\,Cl_4$. Aus dem Filtrat von der Fällung mit Ammontartrat wurde mit Jodnatrium reines: $[Pt\,en_2]\,J_2$, ausgefällt. Die Ausbeute an neuem Chlorid betrug 16 g., d. i. 75 %. Das Platesalz zeigt folgende Fällungsreaktionen und Unterschiede von der Platoreihe:

	Platesalz	Platosalz
1. Na J	Löslicher, orangegelber Niederschlag.	Weisser, unlöslicher Niederschlag
2. KCNS	Hellgelber, schwerlöslicher Niederschlag.	Weisser Niederschlag
3. Tartrate	Fast unlöslicher, weisser Niederschl., aus feinst. Nädelchen bestehend.	Kein Niederschlag

Salze der racemischen Reihe, $[Pt\ en_3]\ X_4$.

Chlorid, $[Pt\ en_3]\ Cl_4 + 2^1/_2\ H_2O$.

Die Darstellung des Chlorids ist oben beschrieben worden. Es besteht aus kleinen, glänzenden, zentrisch gruppierten Nadeln, die in kaltem Wasser ziemlich schwer, in heissem leicht löslich sind.

0,0666 g. Substanz gaben (bei 115° getrocknet) 0,0052 g. H_2O, verglüht 0,0230 g. Pt.

0,0702 g. Substanz gaben 0,0894 g. AgCl.

	Ber. für $[Pt\ en_3]\ Cl_4 . 2^1/_2\ H_2O$.	Gef.
Pt	34,71	34,54
H_2O	8,01	8,12
Cl	25,22	25,01

Jodid, $[Pt\ en_3]\ J_4 . 1\,aq$.

Eine Lösung von 0,8 g. racemisches Chlorid in 4 cm³ Wasser wurde mit so viel festem Jodnatrium verrieben, bis sich das orangegelbe, kleinkrystallinische Jodid vollständig ausgeschieden hatte und die darüber stehende Flüssigkeit farblos erschien. Das Salz wurde abgesaugt und in 5 cm³ Wasser von 60° gelöst. Beim Stehen krystallisierte aus der rotgelben Lösung ein schönes, braungelbes Jodid in Form von vierseitigen, rechteckigen Prismen aus. Ausbeute 0,6 g. Verdünnte Lösungen des Jodids sind farblos.

Eine Krystallwasserbestimmung konnte nicht ausgeführt werden, weil sich das Salz schon bei 85° schwarz färbt und Aethylendiamin abgibt.

0,0684 g. Substanz gaben 0,0148 g. Pt.; 0,0632 g. Substanz gaben 0,0656 g. AgJ.

	Ber. für $[Pt\ en_3]\ J_4 . 1\,aq$.	Gef.
Pt	21,66	21,64
J	56,35	56,11

Rhodanat, $[Pt\,en_3](SCN)_4$.

0,7 g. racemisches Chlorid wurde in 4 cm³ Wasser aufgelöst und die Lösung unter Umrühren mit festem Rhodankalium versetzt, bis sich der schwere, hellstrohgelbe, krystallinische Niederschlag vollständig abgeschieden hatte und die darüber stehende Flüssigkeit farblos erschien. Das Rhodanat wurde abgesaugt, in 6 cm³ Wasser aufgelöst und langsam krystallisieren gelassen. Es schied sich aus der gelben Lösung in bernsteingelben, verwachsenen, vielflächigen Krystallen aus. Verdünnte Lösungen des Salzes sind farblos. Ausbeute 0,6 g. 0,0785 g. Substanz gaben (bei 115° getrocknet) 0,0002 g. Verlust, also kein Krystallwasser, und 0,0252 g. Pt.

	Ber. für $[Pt\,en_3](SCN)_4$.	Gef.
Pt	32,14	32,10

Nitrat, $[Pt\,en_3](NO_3)_4 \cdot 2\,H_2O$.

1 g. racemisches Chlorid wurde in 10 cm³ Wasser aufgelöst, kalt mit festem Ammontartrat versetzt und der sofort abgeschiedene Niederschlag scharf abgesaugt, mit Wasser gewaschen und in einer Schale mit konzentrierter Salpetersäure gut verrieben. Der entstandene Brei wurde dann mit absolutem Alkohol vermischt, der Krystallbrei abgesaugt und mit absolutem Alkohol säurefrei gewaschen. Beim Krystallisieren des weissen Salzes aus 4 cm³ Wasser schieden sich undurchsichtige mattglänzende, rhombische Doppelpyramiden mit vielfach gezackten Kanten aus. Ausbeute 0,6 g. 0,0706 g. Substanz gaben (bei 115° getrocknet) 0,0038 g. H_2O und 0,0208 g. Pt.

	Ber. für $[Pt\,en_3](NO_3)_4 \cdot 2\,H_2O$.	Gef.
Pt	29,60	29,46
H_2O	5,45	5,38

Spaltung der Verbindungsreihe: $[Pt\,en_3]X_4$, in die optisch-aktiven Komponenten.

a) Darstellung der *l*-Reihe.

12,84 g. racemisches Chlorid wurden in 1200 cm³ Wasser gelöst und die auf 70° erhitzte Lösung mit einer 70° warmen Lösung von 4,32 g. *d*-weinsaurem Ammonium (1 Mol. auf 1 Mol. Chlorid) in 100 cm³ Wasser unter Umrühren vermischt. Die Flüssigkeit blieb etwa eine Minute lang klar, dann begann eine reichliche Abscheidung langer, dünner, äusserst feiner Nadeln, welche die Flüssigkeit watteartig ausfüllten. Nach dem Erkalten wurde abgesaugt, mit etwas Wasser gewaschen und auf Ton getrocknet; das Salz sah genau wie Asbest

aus. Zur Reinigung wurde das Tartrat zunächst wieder in Chlorid übergeführt, indem es mit konzentrierter Salzsäure tüchtig verrieben, das Produkt mit absolutem Alkohol gemischt, abgesaugt, mit absolutem Alkohol säurefrei gewaschen und schliesslich auf Ton getrocknet wurde. Ausbeute 6 g. Das Chlorid wurde nun durch Auflösen in 100 cm^3 Wasser und Verreiben mit 45 g. pulverisiertem Ammon-*d*-tartrat in Tartrat zurückverwandelt. Der entstandene Niederschlag von Tartrat wurde abgesaugt, mit Wasser gewaschen, getrocknet und dann wieder wie das erste Mal in Chlorid übergeführt. Das getrocknete Chlorid ergab, in wässriger Lösung polarisiert, folgende Werte:

½ %ige Lösung, 10 cm Schichtlänge.

$\alpha_C = -0{,}29°$; $[\alpha]_C = -58°$.
$\alpha_D = -0{,}38°$; $[\alpha]_D = -76°$.
$\alpha_E = -0{,}47°$; $[\alpha]_E = -94°$.
$\alpha_F = -0{,}59°$; $[\alpha]_F = -118°$.

Die Ausbeute an Chlorid der *l*-Reihe betrug 5,5 g. Beim Auflösen in 12 cm^3 Wasser von 60° und fraktioniertes Krystallisieren ergaben sich verschiedene Fraktionen, welche in ½ %iger Lösung und 10 cm Schichtlänge folgende Drehwerte zeigten:

1. $\alpha_D = -0{,}25°$; $[\alpha]_D = -50°$.
2. $\alpha_D = -0{,}44°$; $[\alpha]_D = -88°$.
3. $\alpha_D = -0{,}44°$; $[\alpha]_D = -88°$.

Die erste Fraktion musste deshalb noch einmal über das Tartrat gereinigt werden. Das dann gewonnene Chlorid ergab nun ebenfalls in ½ %iger Lösung, 10 cm Schichtlänge: $[\alpha]_D = -88°$. Es wurde im ganzen 4,5 g. reines l-Chlorid erhalten.

b) Darstellung der *d*-Reihe.

Die Mutterlaugen von den Fällungen der *l*-Reihe als *d*-Tartrat wurden vereinigt und eingedampft. Beim Erkalten krystallisierte eine reichliche Menge eines Salzes aus, welches im Aussehen dem Chlorid glich. Es wurde abgesaugt, in 600 cm^3 Wasser aufgenommen und die auf 70° erwärmte Lösung langsam mit einer Lösung von 4,32 g. Ammon-*l*-tartrat (2 Mol. auf 1 Mol. Chlorid) in 100 cm^3 Wasser von 70° versetzt. Während etwa einer Minute blieb die Flüssigkeit klar, dann erfolgte langsam die Ausscheidung von langen, fadenartigen Nadeln, welche die Schale ganz ausfüllten.

Das ausgeschiedene Salz wurde abgesaugt, mit Wasser gewaschen und auf Ton getrocknet, hierauf in einer Schale mit konzentrierter

Salzsäure verrieben, mit absolutem Alkohol vermischt, und das abgeschiedene Chlorid abgesaugt und mit absolutem Alkohol säurefrei gewaschen und getrocknet. Bei der Polarisation ergab eine $^1/_2$ %ige wässrige Lösung bei 10 cm Schichtlänge:

$$\alpha_D = + 0{,}39°; \quad [\alpha]_D = + 78°.$$

Demnach war das Salz ziemlich rein. Zur vollständigen Reinigung wurde es noch einmal über das Tartrat gereinigt. Die gesamte Menge (5 g.) wurde in 100 cm³ Wasser gelöst und mit 4,5 g. gepulvertem Ammon-*l*-tartrat verrieben. Der entstandene Niederschlag wurde abgesaugt, mit Wasser ausgewaschen, auf Ton getrocknet und in Chlorid umgewandelt. Dieses ergab beim fraktionierten Krystallisieren aus 20 cm³ Wasser drei Fraktionen, die sich als völlig rein erwiesen, denn eine $^1/_2$ %ige wässrige Lösung zeigte bei 10 cm Schichtlänge: $[\alpha]_D = + 86°$. Ausbeute an reinem *d*-Chlorid: 4,4 g.

c) Salze der *l*-Reihe.

Chlorid, $[Pt\,en_3]\,Cl_4 \,.\, 3\,aq.$

Die Darstellung dieses Salzes ist oben beschrieben worden. Es bildet weiche, flache Nadeln, die in Wasser sehr leicht löslich sind.

0,0698 g. Substanz gaben (bei 115° getrocknet) 0,0066 g. H_2O und 0,0240 g. Pt.

	Ber. für $(Pt\,en_3)\,Cl_4 \,.\, 3\,aq.$	Gef.
Pt	34,16	34,38
H_2O	9,45	9,45

Bestimmung des Drehungsvermögens.

$\alpha_C = - 0,\ 36°$,	$[\alpha]_C = - \ 72°$,	$[M]_C = - 411{,}31°$.
$\alpha_D = - 0,\ 44°$,	$[\alpha]_D = - \ 88°$,	$[M]_D = - 502{,}71°$.
$\alpha_E = - 0,\ 56°$,	$[\alpha]_E = - 112°$,	$[M]_E = - 639{,}82°$.
$\alpha_F = - 0{,}665°$,	$[\alpha]_F = - 133°$,	$[M]_F = - 759{,}78°$.

Jodid, $[Pt\,en_3]\,J_4$.

1 g. *l*-$[Pt\,en_3]\,Cl_4 \,.\, 3\,H_2O$ wird in 6 cm³ Wasser gelöst und so lange mit festem Jodnatrium verrieben, bis die Lösung über dem ausgefällten orangegelben Salz farblos erscheint. Beim Umkrystallisieren wird das abgesaugte Salz, das in Wasser leicht löslich ist, nur in unscheinbaren Krusten erhalten, wobei auch teilweise Zersetzung erfolgt. Es wird deshalb in 3 cm³ Wasser aufgelöst und durch Zusatz von festem Jodnatrium umgefällt. Das abgesaugte Jodid stellt

feine, dunkelgelbe Nädelchen dar, die in Wasser sehr leicht mit gelber Farbe löslich sind; verdünnte Lösungen sind jedoch farblos. Ausbeute 0,65 g.

0,0690 g. Substanz gaben 0,0152 g. Pt.

	Ber. für $(Pt\,en_3)\,J_4$.	Gef.
Pt	22,08	22,02

Eine Wasserbestimmung ist wie beim Racemat unmöglich, weil sich das Salz bei 85° unter Schwarzfärbung und Entweichen von Aethylendiamin zersetzt.

Bestimmung des Drehungsvermögens.

½ %ige Lösung, 10 cm Schichtlänge (diese Lösung war farblos).

$\alpha_C = -0{,}23°$, $[\alpha]_C = -46°$, $[M]_C = -414{,}57°$.
$\alpha_D = -0{,}28°$, $[\alpha]_D = -56°$, $[M]_D = -504{,}71°$.
$\alpha_E = -0{,}35°$, $[\alpha]_E = -70°$, $[M]_E = -630{,}89°$.
$\alpha_F = -0{,}42°$, $[\alpha]_F = -84°$, $[M]_F = -757{,}06°$.

Rhodanat, $[Pt\,en_3]\,(SCN)_4$.

Eine Lösung von 0,6 g. *l*-Chlorid in 6 cm³ Wasser wird so lange mit festem Rhodankalium verrieben, bis der gebildete, schwere, hellstrohgelbe Niederschlag nicht mehr zunimmt und die Lösung darüber farblos erscheint. Das abgesaugte Salz wird aus 5 cm³ Wasser von 60° umkrystallisiert. Man erhält zentimerlange, bernsteingelbe, glänzende Prismen. Ausbeute 0,6 g. Konzentrierte Lösungen des Salzes sind gelb, verdünnte farblos.

0,0626 g. Substanz gaben (bei 115° keine Gewichtsabnahme) 0,0202 g. Pt.

Ber.	Gef.
Pt 32,14	32,27.

Bestimmung des Drehungsvermögens.

½ %ige Lösung, 10 cm Schichtlänge (diese Lösung war farblos).

$\alpha_C = -0{,}34°$, $[\alpha]_C = -68°$, $[M]_C = -413{,}16°$.
$\alpha_D = -0{,}42°$, $[\alpha]_D = -84°$, $[M]_D = -510{,}25°$.
$\alpha_E = -0{,}52°$, $[\alpha]_E = -104°$, $[M]_E = -631{,}74°$.
$\alpha_F = -0{,}62°$, $[\alpha]_F = -124°$, $[M]_F = -753{,}23°$.

Nitrat, $[Pt\,en_3]\,(NO_3)_4 \cdot 2\,H_2O$.

Eine Lösung von 1 g. *l*-Chlorid in 10 cm³ Wasser wird mit festem Ammon-*d*-tartrat verrieben, bis der Tartratniederschlag nicht mehr

zunimmt. Dieser wird dann abgesaugt, mit konzentrierter Salpetersäure verrieben, das Produkt mit absolutem Alkohol vermischt, abgesaugt und mit absolutem Alkohol säurefrei gewaschen. Schliesslich wird das Salz aus 5 cm^3 Wasser umkrystallisiert. Dabei werden grosse, verwachsene, viereckige Tafeln erhalten, die zum Unterschied vom racemischen Nitrat durchsichtig sind. Ausbeute 0,7 g.

0,0597 g. Substanz gaben (bei 115° getrocknet) 0,0032 g. Wasser und 0,0177 g. Pt.

Ber.	Gef.
H_2O 5,45	5,36.
Pt 29,60	29,65.

Bestimmung des Drehungsvermögens.

$^1/_2$ %ige Lösung, 10 cm Schichtlänge.

$\alpha_C = -0{,}31°$, $[\alpha]_C = -62°$, $[M]_C = -408{,}84°$.
$\alpha_D = -0{,}38°$, $[\alpha]_D = -76°$, $[M]_D = -501{,}07°$.
$\alpha_E = -0{,}48°$, $[\alpha]_E = -96°$, $[M]_E = -633{,}05°$.
$\alpha_F = -0{,}56°$, $[\alpha]_F = -112°$, $[M]_F = -738{,}56°$.

d-Tartrat, $[Pt\,en_3] - (a - C_4H_4O_6)_2$.

0,4 g. reines *l*-Chlorid wird in 5 cm^3 Wasser aufgelöst und langsam mit einer Auflösung von 1 g. Ammon-*d*-tartrat in 10 cm^3 Wasser versetzt. Es scheiden sich sehr feine, fadenartige Nadeln aus, die beim Absaugen zu einer asbestähnlichen Masse werden. Ausbeute 0,6 g. Zur Analyse wurde auf Ton an der Luft getrocknet.

0,0529 g. Substanz gaben (bei 115° keine Gewichtsabnahme) 0,0149 g. Pt.

Ber.	Gef.
Pt 28,24	28,17.

d) Salze der *d*-Reihe.

Chlorid, $[Pt\,en_3]\,Cl_4 \cdot 3\,aq.$

Die Darstellung ist schon beschrieben worden. Das Salz gleicht dem *l*-Chlorid vollständig.

0,0584 g. Substanz verlor bei 115° 0,0055 g. H_2O und gab 0,0200 g. Pt.

Ber.	Gef.
H_2O 9,45	9,42.
Pt 34,16	34,25.

Bestimmung des Drehungsvermögens.

$\alpha_C = + 0{,}35°$, $[\alpha]_C = + 70°$, $[M]_C = + 399{,}89°$.
$\alpha_D = + 0{,}43°$, $[\alpha]_D = + 86°$, $[M]_D = + 491{,}29°$.
$\alpha_E = + 0{,}55°$, $[\alpha]_E = + 110°$, $[M]_E = + 628{,}39°$.
$\alpha_F = + 0{,}65°$, $[\alpha]_F = + 130°$, $[M]_F = + 742{,}62°$.

Jodid, $[Pt\,en_3]\,J_4$.

Die Darstellung erfolgt wie diejenige des *l*-Jodid. Das *d*-Salz hat auch gleiches Aussehen und gleiche Löslichkeit.

0,0614 g. Substanz gaben 0,0135 g. Pt.

Ber.	Gef.
Pt 22,08	21,99.

(Wasserbestimmung ist ebenso wie beim *l*-Salz unmöglich.)

Bestimmung des Drehungsvermögens.

$\alpha_C = + 0{,}23°$, $[\alpha]_C = + 46°$, $[M]_C = + 414{,}57°$.
$\alpha_D = + 0{,}28°$, $[\alpha]_D = + 56°$, $[M]_D = + 504{,}71°$.
$\alpha_E = + 0{,}35°$, $[\alpha]_E = + 70°$, $[M]_E = + 630{,}89°$.
$\alpha_F = + 0{,}42°$, $[\alpha]_F = + 84°$, $[M]_F = + 757{,}06°$.

Nitrat, $[Pt\,en_3]\,(NO_3)_4 \cdot 2\,aq.$

Die Darstellung erfolgte aus d-Chlorid wie diejenige von -*l*-Nitrat. Das Aussehen des umkrystallisierten Salzes entspricht vollkommen demjenigen des *l*-Salzes.

0,0682 g. Substanz verlor bei 115° 0,0036 g. H_2O und gab 0,0208 g. Pt.

Ber.	Gef.
Pt 29,60	29,80.
H_2O 5,45	5,28.

Bestimmung des Drehungsvermögens.

$\alpha_C = + 0{,}13°$, $[\alpha]_C = + 65°$, $[M] = + 428{,}62°$.
$\alpha_D = + 0{,}16°$, $[\alpha]_D = + 80°$, $[M] = + 527{,}54°$.
$\alpha_E = + 0{,}19°$, $[\alpha]_E = + 95°$, $[M] = + 646{,}24°$.
$\alpha_F = + 0{,}22°$, $[\alpha]_F = + 110°$, $[M] = + 735{,}37°$.

Rhodanat, $[Pt\,en_3]\,(SCN)_4$.

Durch Verreiben von 0,6 g. *d*-Chlorid mit Rhodankalium wurde das *d*-Rhodanat erhalten. Das umkrystallisierte Salz hatte die gleiche

bernsteingelbe Farbe wie das *l*-Salz, wurde jedoch in etwas kleineren Krystallen erhalten. Ausbeute 0,7 g.

0,0704 g. Substanz gaben (bei 115° keine Gewichtsabnahme) 0,0227 g. Pt.

Ber.	Gef.
Pt 32,14	32,24.

Bestimmung des Drehungsvermögens.

$\alpha_C = + 0{,}335°$, $[\alpha]_C = + 67°$, $[M]_C = + 406{,}99°$.
$\alpha_D = + 0{,}42°$, $[\alpha]_D = + 84°$, $[M]_D = + 510{,}25°$.
$\alpha_E = + 0{,}515°$, $[\alpha]_E = + 103°$, $[M]_E = + 625{,}67°$.
$\alpha_F = + 0{,}615°$, $[\alpha]_F = + 123°$, $[M]_F = + 747{,}16°$.

Bei obiger Untersuchung hatte ich mich der ausgezeichneten Unterstützung meines wissenschaftlichen Assistenten, Herrn Alex. Smirnoff, zu erfreuen, der die praktische Ausarbeitung zum grössten Teil selbständig durchgeführt hat. Ich spreche ihm dafür meinen herzlichen Dank aus!

Zürich, Chemisches Laboratorium der Universität, 30. April 1917.

Seite

M. Düggeli. Beitrag zur Frage über die Bedeutung der freilebenden Stickstoff fixierenden Bodenbakterien für die Ernährung der höheren Pflanzen 394

Albert Heim. Geologische Nachlese.

26. Der Kontakt von Gneiss und Mesozoikum am Nordrand des Aarmassivs bei Erstfeld. Von Albert und Arnold Heim. (Hiezu Tafel X und XI) 423

C. F. Geiser. Opere matematiche di Luigi Cremona 452

W. Silberschmidt. Die Sterblichkeit an Tuberkulose und an Krebs in der Stadt Zürich 1896—1915 460

J. Maurer. Unsere alten Zürcher Witterungsregister. (Hiezu Tafel XII) 470

O. Roth. Hygienische Betrachtungen über den Reinheitszustand der Limmat von Zürich bis Wettingen mit besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Abwässer der Stadt Zürich 479

Otto Schlaginhaufen. Über die menschlichen Skelettreste aus dem Pfahlbau am Alpenquai in Zürich. (Hiezu Tafel XIII—XV) . 488

J. Strohl. Conrad Gessner's „Waldrapp“ 501

A. de Quervain. Über die Arbeit der schweizerischen Erdbebenwarte Zürich. (Hiezu Tafel XVI) 539

Pierre Weiss. La Physique nouvelle et le Magnéton 548

A. Werner. Über Spiegelbildisomerie bei Platinverbindungen I . . 553

Ausgabe sämtlicher Separatabzüge am 9. September 1917.

NB. Die Separatabdrücke sind nicht im Buchhandel zu haben.

Das Doppelheft 1/2 des 62. Jahrganges (1917) der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich ist von dieser bei Anlass der Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Zürich (9.—12. September 1917) den Teilnehmern als Festgabe überreicht worden.

Die **„Vierteljahrsschrift“** der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich — in Kommission bei Beer & Co. — kann durch jede Buchhandlung bezogen werden. Bis jetzt sind erschienen Jahrgang 1 61 (1856—1916) als Fortsetzung der in 4 Bänden (1847—1855) veröffentlichten „Mitteilungen“ der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Vom 51. Jahrgange an beträgt der Preis der Vierteljahrsschrift 12 Fr. jährlich. Ältere Jahrgänge sind, soweit noch vorhanden, zu reduzierten Preisen erhältlich. Der 41. Jahrgang — Festschrift der Naturforschenden Gesellschaft zur Feier ihres 150jährigen Bestehens — **kostet 20 Fr. Er besteht aus der Geschichte der Gesellschaft** (274 Seiten und 6 Tafeln), aus 35 wissenschaftlichen Abhandlungen (598 Seiten und 14 Tafeln) und einem Supplemente (66 Seiten).

Die seit **1799** in ununterbrochener Folge von der Gesellschaft herausgegebenen **„Neujahrsblätter“** sind ebenfalls durch die Buchhandlung Beer & Co. zu beziehen.

Seit 1865 sind erschienen:

P. Arbenz: Über Karrenbildungen. 1913. G. Asper: Wenig bekannte Gesellschaften kleiner Tiere. 1881. R. Billwiller: Kepler als Reformator der Astronomie. 1878. Die meteorologische Station auf dem Säntis. 1888. K. Bretscher: Zur Geschichte des Wolfes in der Schweiz. 1906. C. Cramer: Bau und Wachstum des Getreidehalmes. 1889. A. Escher v. d. Linth und A. Bürkli: Die Wasserverhältnisse der Stadt Zürich und ihrer Umgebung. 1871. A. Forel: Die Nester der Ameisen. 1893. H. Fritz: Aus der kosmischen Physik. 1875. Die Sonne. 1885. E. Gräffe: Reisen im Innern der Insel Viti Levu. 1868. U. Grubenmann: Ueber die Rutilnadeln einschliessenden Bergkrystalle vom Piz Aul im Bündneroberland. 1899. C. Hartwich: Das Opium als Genussmittel. 1898. O. Heer: Die Pflanzen der Pfahlbauten. 1866. Flachs und Flachskultur. 1872. Alb. Heim: Einiges über die Verwitterungsformen der Berge. 1874. Ueber Bergstürze. 1882. Geschichte des Zürichsees. 1891. Die Gletscherlawine an der Altels am 11. September 1895 (unter Mitwirkung von L. Du Pasquier und F. A. Forel). 1896. Neuseeland. 1905. Der Bau der Schweizeralpen. 1908. Arn. Heim: Über Grönlands Eisberge. 1911. Auf dem Vulkan Smeru auf Java. 1916. Th. Herzog: Reisebilder aus Ostbolivia. 1910. K. Hescheler: *Sepia officinalis* L. Der gemeine Tintenfisch. 1902. Der Riesenhirsch. 1909. J. Jäggi: Die Wassernuss und der Tribulus der Alten. 1884. Die Blutbuche zu Buch am Irchel. 1894. C. Keller: Über Farbenschutz in der Tierwelt. 1879. A. Lang: Geschichte der Mammutfunde (mit Bericht über den Fund in Niederweningen). 1892. G. Lunge: Beleuchtung sonst, jetzt und einst. 1900. A. Menzel: Zur Geschichte der Biene und ihrer Zucht. 1865. Die Biene. 1869. C. Moesch: Geologische Beschreibung der Umgebungen von Brugg. 1867. Wohin und warum ziehen unsere Vögel. 1877. Der japanische Riesensalamander und der fossile Salamander von Oeningen. 1887. J. Pernet: Hermann v. Helmholtz. 1895. A. de Quervain: Aus der Wolkenwelt. 1912. M. Rikli: Kultur und Naturbilder von der spanischen Riviera. 1907. Eine Frühlingsfahrt nach Kreta 1917. F. Rudio: Zum hundertsten Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft. 1898. E. Schär: Das Zuckerrohr. 1890. H. Schinz: Schweizerische Afrika-Reisende und der Anteil der Schweiz an der Erschliessung und Erforschung Afrikas überhaupt. 1904. Otto Schlaginhaufen: Die wichtigsten fossilen Reste des Menschengeschlechts. 1914. G. Schoch: Ein Tropfen Wasser. 1870. Die Technik der künstlichen Fischzucht. Tabelle zur leichten Bestimmung der Fische der Schweiz. Fischfauna des Kantons Zürich. 1880. C. Schröter: Die Flora der Eiszeit. 1883. Der Bambus. 1886. Die Schwebeflora unserer Seen (das Phytoplankton). 1897. Die Palmen und ihre Bedeutung für die Tropenbewohner. 1901. Leo Wehrli: Der versteinerte Wald zu Chemnitz. 1915. A. Weilenmann: Über die Luftströmungen, insbesondere die Stürme Europas. 1876. Die elektrischen Wellen und ihre Anwendung zur drahtlosen Strahlentelegraphie nach Marconi. 1903. R. Wolf: Joh. Feer, Beitrag zur Geschichte der Schweizerkarten. 1873.

Zur Beachtung.

Die Bücherbestände der Naturforschenden Gesellschaft, die mit dem 1. Januar 1916 in den Besitz und damit auch in die Verwaltung der Zentralbibliothek übergegangen sind, stehen den Mitgliedern unserer Gesellschaft nach Massgabe der Benutzungsordnung der Zentralbibliothek zur Verfügung.

Vierteljahrsschrift

der

Naturforschenden Gesellschaft

in

Zürich.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. **Hans Schinz**

Direktor des Botanischen Gartens und Museums der Universität Zürich.

Zweiundsechzigster Jahrgang. 1917. Drittes und viertes Heft.

Ausgegeben am 31. Dezember 1917.

Zürich,

in Kommission bei Beer & Co.

1917.

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
NOV 7 1917
LIBRARY

Inhalt.

Seite

K. Heusser. Neue vergleichende Permeabilitätsmessungen zur Kenntnis der osmotischen Verhältnisse der Pflanzenzelle im kranken Zustande 565

Ausgegeben als Separatabdruck am 8. Dezember 1917.

A. Kiefer. Über gewisse Parabelreihen 590

Ausgegeben als Separatabdruck am 8. Dezember 1917.

Eduard Rübel und **Josias Braun-Blanquet.** Mitteilungen aus dem Geobotanischen Institut Rübel in Zürich. Kritisch-systematische Notizen über einige Arten aus den Gattungen Onosma, Gnaphalium und Cerastium 599

Ausgegeben als Separatabdruck am 15. Dezember 1917.

Eduard Rübel. Anfänge und Ziele der Geobotanik 629

Ausgegeben als Separatabdruck am 15. Dezember 1917.

Hans Schinz. Mitteilungen aus dem botanischen Museum der Universität Zürich (LXXVIII).

I. Beiträge zur Kenntnis der Schweizerflora. (XVII.) . . . 651

Studien über die geographische Verbreitung schweizerischer Arten und Formen des Genus Rubus. Von Robert Keller (Winterthur) 651

Verzeichnis der von Herrn W. Werndli 1916 im Kanton Uri gesammelten Rosen. Von Robert Keller (Winterthur) . 667

Beiträge zur Kenntnis der Oberhalbsteiner-Rosen (Kt. Graubünden). Von Robert Keller (Winterthur) 671

II. Beiträge zur Kenntnis der afrikanischen Flora. (XXIX.) . . 676

Ausgegeben als Separatabdruck am 31. Dezember 1917.

Arnold Heim. Das Valangien von St. Maurice und Umgebungen verglichen mit demjenigen der Ostschweiz 680

Ferdinand Rudio und **Carl Schröter.** Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte.

45. Die Eulerausgabe (Fortsetzung) 690

46. Nekrologe: Max Standfuss. Ulrich Meister Emil Joseph Constam. Carl Hartwich. Wilhelm Schulthess. Georg Frobenius. Carl Seelig. Adolf W. Keller. Carl Stäubli 690

Ausgegeben als Separatabdruck am 31. Dezember 1917.

Eduard Rübel und **A. Kienast.** Sitzungsberichte von 1917 . . . I

Verzeichnis der Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich XLI

NB. Die Separatabdrücke sind nicht im Buchhandel zu haben.

Neue vergleichende Permeabilitätsmessungen zur Kenntnis der osmotischen Verhältnisse der Pflanzenzelle im kranken Zustande.

Von

K. Heusser.

(Als Manuskript eingegangen am 4. November 1916.)

Einleitung.

Durch die Erörterungen über die Zellenindividualität — ob Elementarorgan oder Elementarorganismus oder beides zugleich (s. Haberlandt, Physiolog. Pflanzenanatomie) — trat die Physiologie in ein fruchtbares Forschungsgebiet. Sie veranlassten und förderten das eingehende Studium der Zelle unter der allgemeinen Arbeitshypothese: Aus den Lebensvorgängen der Zelle die Lebensäusserungen des Gesamtorganismus abzuleiten.

Das Hauptinteresse richtet sich hierbei auf den Stoffwechsel der Zelle, denn jede Veränderung am Organismus ist mit einer stofflichen Umsetzung verbunden, die in den Zellen stattfindet oder mindestens vorbereitet wird. Die chemische Arbeit einer Zelle muss somit verantwortlich gemacht werden für alle Funktionen des Körpers bei den einzelligen, für bestimmte Funktionen des Körpers bei den mehrzelligen Lebewesen. Die Probleme der Physiologie sind in letzter Linie Probleme des Stoffwechsels der Zelle.

Die Erforschung des Stoffwechsels der Zelle kann prinzipiell nach zwei Richtungen geführt werden:

1. Durch die direkte chemische Bestimmung der Stoffwechselprodukte und ihrer Komponenten. So einfach diese Methode erscheint, versagt sie doch meistens — die Mikrochemie steht noch ganz in ihren Anfängen —; man muss sich häufig damit begnügen, das chemische Verhalten dieser Körper gegen Farbstoffe festzustellen, ohne aber genaueren Aufschluss über ihre Zusammensetzung zu erhalten.

2. Ein teilweiser Einblick in den Stoffwechsel der Zelle gewährt uns die Kenntnis ihrer osmotischen Verhältnisse. Jede Zelle stellt ein für sich durch die Plasmahaut allseitig abgeschlossenes Labora-

torium dar. Die chemischen Prozesse, die daselbst stattfinden, werden, abgesehen von den physikalischen Faktoren, von den anwesenden Stoffen abhängig sein. Für die Auswahl dieser Stoffe in Art und Menge ist die Eingangspforte der Zelle, die Plasmahaut, verantwortlich. Das Wahlvermögen der Zelle, genauer ausgedrückt die Durchlässigkeit der Plasmahaut für die einzelnen Stoffe, kann für die Art der chemischen Arbeit der Zelle in hohem, vielleicht in vollem Masse bestimmend sein. Die genaue Kenntnis der Permeabilität der Plasmahaut muss uns somit Anhaltspunkte über den Stoffwechsel der Zelle geben.

Darnach müssen Zellen, an die verschiedene Anforderungen gestellt werden, also Zellen verschiedener Gewebe, infolge ihres verschiedenen Stoffwechsels verschiedenartige Stoffzufuhr besitzen. Die Auswahl der Stoffe aber wird bedingt durch die verschiedenartige Permeabilität der Plasmamembranen.

Zellen verschiedener Gewebe unterscheiden sich in ihrer Permeabilität. Der Differenzierung eines Gewebes muss notwendig eine Änderung der Permeabilität der betreffenden Zellmembranen vorangehen. Es ist beispielsweise zu erwarten, dass die Zellen des Blütenbodens einer Apfelblüte nach der Befruchtung andere Permeabilitätsverhältnisse aufweisen als die Zellen der Kelchblattzipfel.

Die Möglichkeit der Beeinflussung der Lebensvorgänge durch die diosmotischen Verhältnisse der Plasmahäute ist eine alte, von Pfeffer ausgesprochene Vermutung. Neuerdings vertritt besonders Zangger in seinem Aufsatz „Über Membranen“, pag. 432, den Zusammenhang von Permeabilität und Stoffwechsel. „Die normale typische Permeabilität ist Voraussetzung normaler Lebensfunktionen. Dauernd veränderte Permeabilität der Membranen bedeutet Pathologie, pathologischen Stoffwechsel.“

Wie die Beobachtungen zahlreicher Forscher bezeugen, kann die Durchlässigkeit einer Membran durch äussere Einflüsse verändert werden. Zum Beispiel erwähnt H. de Vries, II, pag. 589, dass die Permeabilität in Zellen von Tradescantia erhöht wurde, nachdem sie einige Zeit in 0,0425% Ammoniak gelegen hatten. Erhöhung der Permeabilität für Zucker bei Zygnema vermutet Klebs, pag. 186, durch die Wirkung von Eisenweinstein (0,05 bis 0,1%). A. Fischer beobachtet bei auf Agar gewachsenen Cholerafibrionen bei Zusatz von 1,17% Kochsalz zum Nährboden, Veränderung der Permeabilität. Sehr schöne Resultate ergaben die Versuche Fluri's. Fluri stellte die enorme Permeabilitätszunahme der Plasmahaut für eine grosse Zahl von Stoffen fest nach der Einwirkung von Aluminiumsalzen (auch Yttrium- und Lanthannitrat). Neben diesen chemischen Reizen

haben Krabbe und van Rysselberghe die Abhängigkeit der Permeabilität von der Temperatur, Lepeschkin und Troendle[1]) die vom Lichte festzustellen versucht. Selbst mechanischen Reizen wird die Möglichkeit eingeräumt, die Permeabilität zu ändern. Zur Bewegungsmechanik der Staubfäden der Cynareen äussert sich Pfeffer, pag. 342: „Sofern die Reizbewegung nicht von einer exosmotischen Stoffausgabe abhängt, muss die plötzliche Turgosenkung durch entsprechende vorübergehende Bildung von Stoffen geringerer osmotischer Leistung in der Zelle erzielt werden". Lepeschkin, III, sucht den Beweis zu erbringen, dass die durch Stossreiz ausgelöste Variationsbewegung der Sinnespflanze ihre Ursache in veränderter endosmotischer Permeabilität der einen Gelenkhälfte hat.

Wenn auch die absoluten Resultate dieser Angaben nicht einwandfrei sind, so lassen sie immerhin die Veränderlichkeit der Permeabilität bestimmt annehmen. Sie räumen damit die Möglichkeit ein, dass unter äussern Einflüssen mittels Permeabilitätsänderung der Plasmahaut eine Modifikation der Lebensfunktionen eintreten kann.

Die unzweifelhaft grosse Bedeutung, welche die Permeabilität für den Stoffwechsel der Zelle besitzt, veranlasste auf pathologischem Gebiete die Fragestellung der vorliegenden Arbeit[2]): Wie verändern sich die osmotischen Verhältnisse der Pflanzenzelle im kranken Zustande?

Als Krankheitszustand wurde die Erscheinung der Gallenbildung, speziell die der Pilzgallen vorgeschlagen. Die Gallenbildungen sind bei den parasitären Pflanzenkrankheiten häufige Begleiterscheinungen. Thomas definiert sie Bildungsabweichungen von Pflanzen, durch einen Parasiten veranlasst. Kuester, I, formuliert die Definition genauer als: „alle diejenigen, durch einen fremden Organismus veranlassten Bildungsabweichungen, welche eine Wachstumsreaktion der Pflanze, auf die vom fremden Organismus ausgehenden Reize darstellen und zu welcher die fremden Organismen in irgendwelcher ernährungsphysiologischer Beziehung stehen". In seiner pathologischen Pflanzenanatomie, pag. 150, II. Aufl., führt er weiter aus: „die Gallen sind somit Bildungsabweichungen der Pflanze, die der Entwicklung des Parasiten Vorschub leisten und insofern „zweckmässig" für diese sind".

Die Agenzien, mit denen die Parasiten diese merkwürdigen Erscheinungen hervorrufen, sind als solche nicht bekannt. Wahr-

---

[1]) Die absoluten Resultate der Troendle'schen Untersuchungen werden angefochten. Renner kritisiert die Herstellung der Versuchslösung (Gewichtsnormal — Volumnormal). Fitting verneint mit Recht die von Lepeschkin und Troendle angewandte Methode.

[2]) Die Arbeit wurde durch eine Preisaufgabe der naturwissenschaftl. Abteilung der Eidgen. Techn. Hochschule auf den Vorschlag von Prof. H. C. Schellenberg veranlasst.

scheinlich handelt es sich um chemotaktische Einwirkungen auf die Zelle, eine Vermutung, die schon Malpighi hegte (s. Kuester, I, pag. 256). Sei dies so oder anders[1]): der sichtbare Effekt der Beeinflussung, nämlich die Entstehung der Galle, lässt sich auf eine Änderung des Stoffwechsels der infiszierten Zellen zurückführen, der seinerseits in Abhängigkeit der Permeabilität der betreffenden Zellen steht.

Untersuchungen über die osmotischen Verhältnisse erkrankter Zellen sind in der Literatur nicht zu finden. Bei den Gallen begnügte man sich mit der Feststellung des hohen Turgordruckes und des hohen Wassergehaltes. Beide werden erklärt durch die hohe Permeabilität der infiszierten Zellen für Wasser, was natürlich das Vorhandensein von osmotisch wirksameren Körpern in den Zellen voraussetzt. Der so erzielte gesteigerte Turgordruck in diesen hyperhydrischen Geweben soll nach Kuester, II, pag. 356, die Bildungsursache abnormer Gewebe (Osmomorphosen[2])) sein.

Unserer Arbeitshypothese folgend, ist es naheliegend, dass das Hauptgewicht der nachfolgenden osmotischen Untersuchungen auf vergleichende Messungen der Permeabilität der Plasmahäute gesunder und erkrankter Zellen verlegt wurde.

Als Untersuchungsobjekt wurde die Pilzgalle von Exoascus deformans Berk. auf den Blättern von Prunus Persica Stokes (Kräuselkrankheit des Pfirsichbaumes) gewählt.

Die Permeabilität wurde nur für eine beschränkte Zahl von Stoffen bestimmt, die sich (oder deren Ionen) vermutlich an den Lebensprozessen der Pflanzen wesentlich beteiligen: Dextrose, Saccharose, Ammoniumnitrat, Kaliumnitrat und als Vertreter der Amide Harnstoff. Vorgesehen war, an Stelle des Harnstoffes Asparagin zu verwenden, das aber wegen seiner geringen Löslichkeit in Wasser ungünstig erschien. Nachdem sich, wie die Versuche zeigten, Saccharose als impermeable erwiesen hat, hätte es leicht mit diesem Stoff kombiniert werden können. Schwierigkeiten boten anfänglich die Permeabilitäts-Bestimmungen, denn es mangelte an einer befriedigenden Methode. Erst im Frühjahr 1915 gelang es (nach meinem jetzigen Dafürhalten), nach einer im Prinzip einwandfreien Methode, Messungen auszuführen.

---

[1]) Wie Kuester, II, pag. 259, ausführt, sind wohl mechanische Reize (Verwundungsreize etc.) des Parasiten nicht ohne Bedeutueg für die Entwicklung der Gallen. Rothert erwägt eine mechanische Entstehungsursache der durch den Rotator Notommata Werneckii auf Vancheria Walzi erzeugten Galle.

[2]) Nach unsern Darlegungen muss die hier von Kuester angewandte Bezeichnung Osmomorphose in sehr engem Sinne aufgefasst werden, denn in letzter Linie ist jede Gewebedifferenzierung eine Osmomorphose.

Methode zur Bestimmung der Permeabilität.

Die Bestimmung der Permeabilität wurde auf plasmolytischem Wege mittels Grenzkonzentrations-Bestimmungen[1]) ausgeführt.

Legen wir Schnitte in eine Salzlösung, so kann, falls die Plasmamembran für dieses Salz durchlässig ist, nach einiger Zeit eine Erhöhung der Grenzkonzentration festgestellt werden infolge des Stoffeintrittes in den Zelleib.

Die Verschiebung der Grenzkontration während eines Zeitabschnittes wird dadurch zu einer Funktion der Permeabilität und kann als relatives Mass derselben dienen. Dieses Prinzip verfolgt Fitting in seinen inzwischen veröffentlichten neuen Permeabilitätsmessungen. In der Ausführung des Prinzips aber bin ich mit Fitting geteilter Meinung; ich erachte die physikalische Grundlage seiner Versuchsanordnung als unrichtig und bin somit veranlasst, meine Arbeitsweise ausführlich zu behandeln.

Zur Kritik der Fitting'schen Versuchsanordnung greife ich in kurzen Zügen vor: Schnitte werden mit Beginn des Versuches in eine beispielsweise 2-molige Salpeterlösung gebracht. Wollen wir nach einer halben Stunde die Grenzkonzentration bestimmen, so werden Schnitte aus der 2-moligen Salpeterversuchslösung in Gefässe mit Salpeterlösungen steigender Konzentrationen übergeführt. Nach kurzer Zeit ($^1/_4$—$^1/_2$ Stunde), während welcher sich die Deplasmolyse vollzieht, kann die eben noch plasmolysierende Lösung, die dem Zellsaft isotonische Grenzlösung festgestellt werden.[2])

Die folgenden Bestimmungen nach 1, 2, 3 oder 4 Stunden werden wiederum so ausgeführt: Im betreffenden Zeitpunkt werden Schnitte, die von Anfangs des Versuchs in der 2-moligen Versuchslösung gelegen haben, in die Konzentrationsskala[3]) verfügt und nach zirka 15 Minuten die Grenzlösung bestimmt.

Fitting versetzt die Schnitte, nachdem sie einige Zeit im Wasser gelegen haben, direkt in die Lösungen einer Konzentrationsskala, um dann in gewissen Zeitabschnitten die Grenzlösung zu bestimmen. Es ist klar, dass dieses Verfahren nicht allen Zellen die gleichen

---

[1]) Grenzkonzentration = plasmolytische Grenzlösung im Sinne von H. de Fries, I, pag. 445 = Lösung, die eben noch Plasmolyse bewirkt.

[2]) Ein Eindringen des Stoffes während der Zeit der Deplasmolyse kommt für die Zellen, die sich im Gefäss der Grenzlösung befinden, nicht in Betracht: denn der Druck von Zellsaft und Stofflösung sind hier gleich. Eine Fehlerquelle von Bedeutung kann nur für sehr leicht permeable Stoffe entstehen und ist berechnungsbar.

[3]) Konzentrationsskala nenne ich die Zusammenstellung von Lösungen steigender Konzentration in konstanten Stufen. Zum Beispiel 0,15; 0,175; 0,2; 0,225; 0,25; 0,275; 0,3; 0,325; 0,35; 0,375; 0,4 etc. Mol.

Bedingungen setzt; es ist nicht gleich, ob ich auf eine Zelle eine Stunde eine 1-molige Lösung oder nur eine 0,2-molige Lösung einwirken lasse; die Zellmembranen werden der erstern eine quantitativ grössere Permeabilität gewähren als der letztern.

Man könnte sich sogar den Fall ausdenken, dass bei einem leicht permeierenden Stoff verschiedene Konzentrationen in einem längeren Zeitabschnitt miteinander Deplasmolyse bewirken, dass jede Lösung assymtotisch Grenzlösung wird.

Legt man aber alle Schnitte von Anfang des Versuches in Lösungen mit derselben Konzentration, so ist das Potential zwischen Versuchslösung und Zellsaft für alle Zellen dasselbe. Erst nach der zeitlichen Beeinflussung durch eine gleich-konzentrierte Versuchslösung kann eine Messung der Grenzkonzentrationsverschiebung stattfinden.

Die Missachtung dieser wichtigen physikalischen Grundlage wird neben Fitting auch von Troendle und andern begangen.

Die Anwendung der Methode von Lepeschkin und Troendle wurde zudem noch ausgeschlossen, weil Rohrzucker nicht von vornherein als impermeabel angenommen werden durfte.

Beziehungen zwischen Grenzkonzentration und Permeabilität.

Die im Zeitpunkt t des Versuches beobachtete Grenzkonzentration k ist abhängig:

1. Vom natürlichen osmotischen Druck der Zelle,
2. von der in die Zelle während der Zeit t eingedrungenen Stoffmenge M. Die Stoffmenge, welche in den Zelleib eindringt, ist ihrerseits abhängig:

   von der Permeabilität der Plasmahaut P,
   von der Oberfläche des Zelleibes f und
   von der Versuchszeit t,

   denn unter der Permeabilität einer Membran wollen wir die Anzahl der Grammoleküle verstehen, die pro Zeit- und pro Flächeneinheit durch die Membran permeieren [1]).

$$M = P \,.\, f \,.\, t.$$

---

[1]) Die Definition der Permeabilität in Lepeschkin, II, pag. 207, ist nicht vorteilhaft.

3. Von dem Volumen der Zelle. Das Volumen der Zelle wird die Grösse der Grenzkonzentration beeinflussen. Je kleiner der Raum ist, in den der Stoff eintritt, um so grösser wird die Grenzkonzentration ausfallen.

Wenn wir demnach die Permeabilität einer Zelle mit Hilfe der Grenzkonzentrationen bestimmen wollen, so müssen wir vorerst den von der Permeabilität unabhängigen Bestandteil der Grenzkonzentration k, nämlich die dem anfänglichen osmotischen Druck entspechende Konzentration k_0 von k subtrahieren; denn nur auf die Differenz $k - k_0$ übt die Permeabilität ihren Einfluss aus.

$$k = k_0 + \frac{M}{V}.$$

Setzen wir für $M = f \cdot t \cdot P$, so ist

$$k - k_0 = \frac{M}{V} = \frac{f}{V} \cdot t \cdot P$$

$$P = \frac{(k - k_0)}{t} \frac{V}{f}. \quad \ldots\ldots\ldots \quad I$$

Es bedeutet: k = Grenzkonzentration im Zeitpunkt t des Versuches. k_0 = Konzentration, die dem osmotischen Druck der Zelle zu Beginn des Versuches entspricht = Konzentration des Zellsaftes. t = Versuchszeit. M = eingedrungene Stoffmenge. V = Volumen der Zelle. f = Oberfläche der Zelle. P = Permeabilität.

In gleicher Weise kann die Permeabilität in jedem andern Zeitabschnitt des Versuches berechnet werden. Statt den Zeitabschnitt von $0 - t$ zu wählen, kann er von $t_1 - t_2$ angenommen werden. Es gilt dann:

$$P t_1 = (k_1 - k_0) \frac{V}{f}; \quad P t_2 = (k_2 - k_0) \frac{V}{f}$$

$$P t_2 - P t_1 = (k_2 - k_0) \frac{V}{f} - (k_1 - k_0) \frac{V}{f}$$

$$P = \frac{(k_2 - k_1)}{(t_2 - t_1)} \frac{V}{f}. \quad \ldots\ldots\ldots \quad Ia$$

k_1 = Grenzkonzentration im Zeitpunkt t_1. k_2 = ist Grenzkonzentration im Zeitpunkt t_2. $k_2 - k_1$ = Grenzkonzentrationserhöhung im Zeitabschnitt $t_2 - t_1$.

Die mittlere Permeabilität einer Membran während des Zeitabschnittes $(t_2 - t_1)$ ist gleich Grenzkonzentrationserhöhung $(k_2 - k_1)$, multipliziert mit dem Verhältnis des Volumens der Zelle zu ihrer Oberfläche, dividiert durch die Zeitdauer des Versuches.

Häufig ist es zweckmässig, die Permeabilität von Anfang des Versuches zu verfolgen. Um aber nach Formel I zu rechnen, ist es nötig, den natürlichen osmotischen Druck, resp. dessen Konzentration

zu kennen. Verfolgen wir zu diesem Zwecke die Änderungen der Grenzkonzentrationen im zeitlichen Verlauf der Untersuchung:

Im Moment des Eintauchens der Zelle in die Versuchslösung wird die Grenzlösung unendlich gross sein. Erst wenn die dem Zusammensinken des Zelleibes entgegenwirkenden mechanischen Kräfte überwunden sind, und die Exosmose des Wassers begonnen hat, sinkt die Grenzkonzentration rasch und erreicht in kurzer Zeit ein Minimum, nämlich in dem Moment, wo die einsetzende Endosmose der Versuchslösung gleich ist der Exosmose des Wassers[1]). In den darauffolgenden Zeitabschnitten wird die Grenzkonzentration allmählig zunehmen, vorausgesetzt, die Membran sei für die Versuchslösung permeabel.

Fig. 1 zeigt die graphische Darstellung der Grenzkonzentrationen während eines $3^1/_2$stündigen Versuches vom 10. Juni 1915. Schnitte eines von Exoascus deformans Berk. befallenen Pfirsichblattes wurden $5^h\,35$ a. m. in eine 2-molige KNO_3-Lösung gebracht. $5^h\,55$ betrug die Grenzkonzentration 0,65 Mol.; $6^h\,55$ 0,725; $7^h\,55$ 0,825 Mol.; $8^h\,55$ 0,925 Mol.. Die Grenzkonzentration ist von $5^h\,45$—$8^h\,55$ infolge Permeabilität in steter Steigung begriffen. Verlängern wir diesen aufsteigenden Ast der Kurve nach rückwärts bis zum Zeitpunkt $5^h\,25$, dem Beginn des Versuches, so wird in diesem Moment die Konzentrationserhöhung durch den permeierenden Stoff Null sein und diese Konzentration somit dem natürlichen osmotischen Drucke entsprechen.

Damit lernen wir zugleich eine Methode kennen, um auch mit permeablen Stoffen den osmotischen Druck zu bestimmen.

Rechnerisch kann diese Konzentration k_0 aus den beobachteten Grenzkonzentrationen in Funktion der Zeit nach der Lagrange'schen Interpollationsformel[2]) berechnet werden, zum Beispiel:

---

[1]) Mit dem Wasser können natürlich auch Stoffe in geringer Menge aus der Zelle treten. Um diese Fehlerquelle zu beseitigen, lässt Fitting die Schnitte vor der Untersuchung mehrere Stunden im Wasser liegen.

[2])

$$y = y_1 \frac{(x - x_2)\ (x - x_3)\ (x - x_4)\ (x - x_5) \cdots\cdots}{(x_1 - x_2)\ (x_1 - x_3)\ (x_1 - x_4)\ (x_1 - x_5) \cdots\cdots}$$

$$+ y_2 \frac{(x - x_1)\ (x - x_3)\ (x - x_4)\ (x - x_5) \cdots\cdots}{(x_2 - x_1)\ (x_2 - x_3)\ (x_2 - x_4)\ (x_2 - x_5) \cdots\cdots}$$

$$+ y_3 \frac{(x - x_1)\ (x - x_2)\ (x - x_4)\ (x - x_5) \cdots\cdots}{(x_3 - x_1)\ (x_3 - x_2)\ (x_3 - x_4)\ (x_3 - x_5) \cdots\cdots}$$

$$+ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$\pm \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$k_0 = 0{,}65\ \frac{(0-3)\ (0-5)\ (0-7)}{(1-3)\ (1-5)\ (1-7)}$$

$$+\ 0{,}725\ \frac{(0-1)\ (0-5)\ (0-7)}{(3-1)\ (3-5)\ (3-7)}$$

$$+\ 0{,}825\ \frac{(0-1)\ (0-3)\ (0-7)}{(5-1)\ (5-3)\ (5-7)}$$

$$+\ 0{,}925\ \frac{(0-1)\ (0-3)\ (0-5)}{(7-1)\ (7-3)\ (7-5)}$$

$$k_0 = 0{,}65\ \frac{105}{48} - 0{,}725\ \frac{35}{16} + 0{,}825\ \frac{21}{16} - 0{,}925\ \frac{15}{48}$$

$$k_0 = 0{,}63.$$

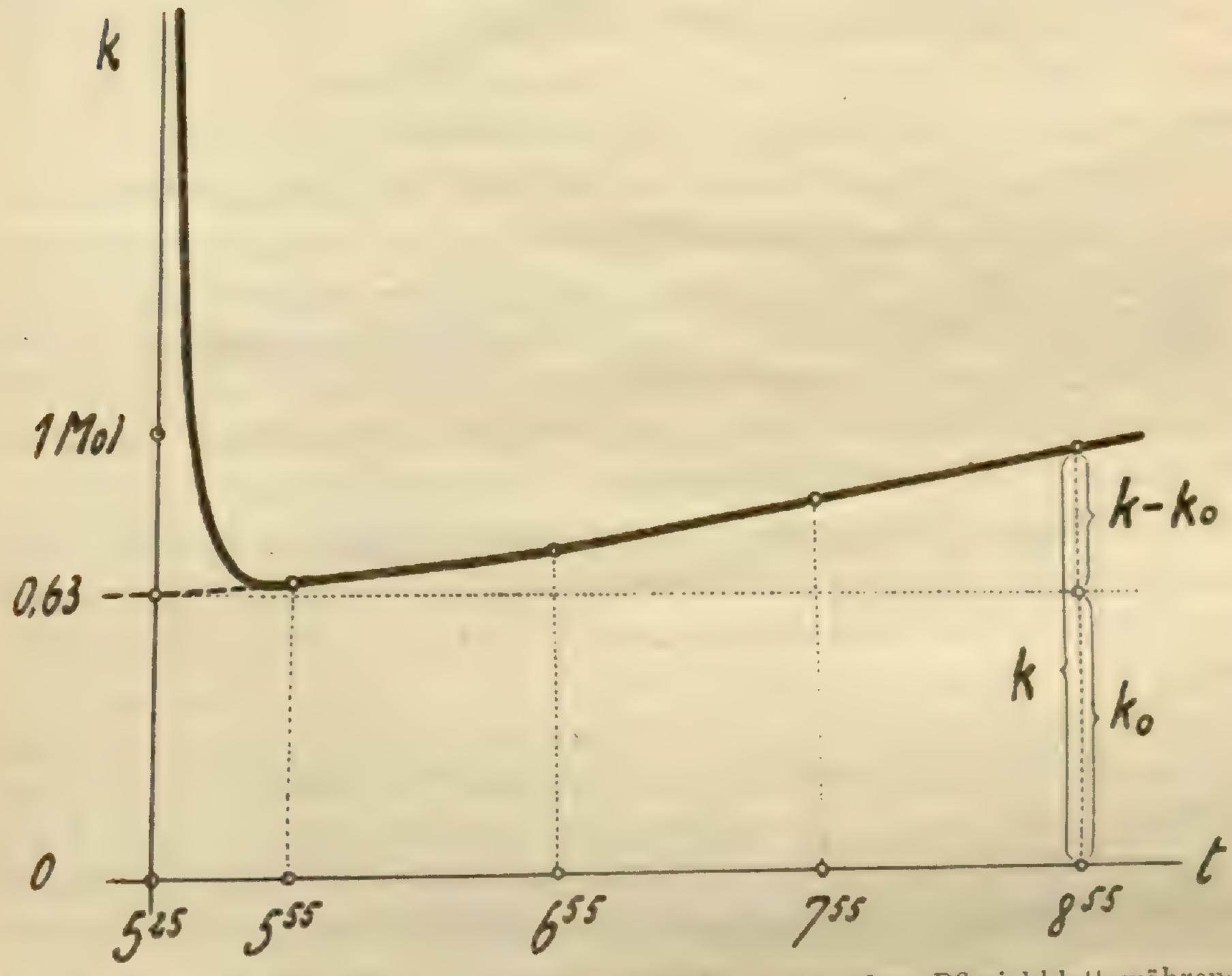


Fig. 1. Verlauf der Grenzkonzentrationen im kräuselkranken Pfirsichblatt während einer 3½stündigen Einwirkung von 2 Mol Kalisalpeter.

Zeit (-Dauer)	Grenzkonzentrat. in Mol.
5h 25 a. m. (0) Std.	k_0
5 55 „ (½) „	0, 65
6 55 „ (1½) „	0, 725
7 55 „ (2½) „	0, 825
8 55 „ (3½) „	0, 925

Berechnen wir die Permeabilität nach Formel Ia, so ist die Interpollation von k_0 nicht nötig; der Versuch vereinfacht sich wesentlich. Ein Vorversuch nach vorigem Beispiel zur Kenntnis der Grenzkonzentrationskurve ist aber dennoch angezeigt, damit das Zeitintervall $t_2 - t_1$ nach dem Zeitpunkt der kritischen Grenzlösung (= minimale Grenzlösung) gewählt werden kann. S. Fig. 1.

Das Permeabilitätsverhältnis. Am übersichtlichsten wird der Vergleich zwischen kranken und gesunden Zellen durch Aufstellen eines Permeabilitätsverhältnisses. Das Permeabilitätsverhältnis zweier Zellen lässt sich berechnen als:

$$Q = \frac{P'}{P} = \frac{\frac{k'_2 - k'_1}{t'_2 - t'_1} \frac{V'}{f'}}{\frac{k_2 - k_1}{t_2 - t_1} \frac{V}{f}}.$$

Diskussion der Formel: 1. Sind die verglichenen Zellen einander ähnlich, so verhalten sich ihre Volumen zu ihren Oberflächen wie entsprechende lineare Ausdehnungen der Zellen; bei polyedrischen Zellen beispielsweise wie entsprechende Durchmesser:

$$\frac{V'}{f'} : \frac{V}{f} = d' : d.$$

2. Führen wir den Vergleich für beide Zellen im gleichen Zeitabschnitt aus, so ist:

$$\frac{t'_2 - t'_1}{t_2 - t_1} = 1.$$

3. Folgt die Permeabilität physikalischen Gesetzen, so wird sie abhängig sein von der Häufigkeit der Moleküle, also von der Konzentration der Versuchslösung, ferner vom Konzentrationsgefälle[1]) zwischen Versuchslösung und Zellsaft und endlich vom Permeabilitätsfaktor. Dieser letztere ist bestimmt durch die spezifische Beschaffenheit der Membran, die sich, wie schon erwähnt, unter dem Einfluss des Lichtes, der Temperatur etc. verändern kann. Auch der Einfluss von andern physikalischen Umständen (Elektrizität, Feuchtigkeit, Druck des Mediums etc.) sind nicht ausgeschlossen. Führen wir die

[1]) Konzentrationsgefälle = Differenz zwischen der Konzentration der Versuchslösung und der Konzentration der mittleren Grenzlösung. In Wirklichkeit wird im Zustand der vollständigen Plasmolyse ein solches Gefälle nicht existieren, denn der Zellsaft wird der Versuchslösung isotonisch sein. Die treibende Kraft zur Deplasmolyse, d. i. also zur Permeabilität, wird die Spannung des Protoplasmakörpers sein. Diese Expansionskraft aber ist um so grösser, je stärker die Plasmolyse ist, je grösser das Konzentrationsgefälle war.

zu einem Vergleich dienenden Versuche gleichzeitig aus, damit die äussern Umstände für beide Zellarten gleich sind, so wird eine allfällige, auf die Durchlässigkeit differierende Wirkung dieser Faktoren rein auf das Konto des Krankheitszustandes fallen.

Die Abhängigkeit von der Konzentration wird aufgehoben, wenn auch die diesbezüglichen Bedingungen gleich gewählt werden. Dasselbe gilt für das Konzentrationsgefälle. Beide Bedingungen (gleiche Konzentration und gleiches Konzentrationsgefälle) können aber nicht gleichzeitig erfüllt werden, wenn die Zellen verschieden permeabel oder gar von Anfang verschiedenen osmotischen Druck besitzen. (In kranken Pfirsichblättern zum Beispiel ist der Druck maximal 5,5 Atmosphären höher als in gesunden.) Behandeln wir die Permeabilität als einen rein physikalischen Vorgang, so ist ihr das Konzentrationsgefälle proportional. Ein doppelt so grosses Gefälle wird die Permeabilität verdoppeln und auch die Zunahme der Grenzlösung verzweifachen. Die Konzentrationszunahme einer der Vergleichszellen ist demnach mit einer Korrektur zu versehen, die gleich ist dem Verhältnis des mittleren Konzentrationsgefälles der andern Vergleichszelle zum eigenen mittleren Gefälle. Halten wir uns ans vorige Beispiel: Die dem osmotischen Druck entsprechende Konzentration wurde bei gesunden Zellen $k_0 = 0{,}575$ berechnet; die Grenzkonzentration betrug nach $3^1/_2$stündigem Verfahren $k = 0{,}75$. Für die Zellen des erkrankten Blattes war $k'_0 = 0{,}63$; $k = 0{,}925$. Das Konzentrationsgefälle betrug bei den Gesunden am Anfang des Versuches 1,425, am Ende 1,25 Mol., wenn die Versuchslösung 2-molig war; das mittlere Gefälle beträgt somit 1,3375 Mol. Für die kranke Zelle ergab sich: 1,37 Mol. am Anfang 1,075 am Ende, im Mittel 1,2225 Mol. Das mittlere Gefälle der kranken Zelle ist also um 0,115 Mol. geringer als das der gesunden. Der Konzentrationsunterschied $k' - k'_0$ ist demnach mit dem Verhältnis $\frac{1,3375}{1,2225}$ zu multiplizieren, damit die kranke Zelle mit der normalen vergleichbar wird. Die Formel für das Permeabilitätsverhältnis ist zu berichtigen zu:

$$Q = \frac{t_2 - t_1}{t'_2 - t'_1} \frac{k'_2 - k'_1}{k_2 - k_1} \frac{d'}{d} \frac{a - \frac{k_2 + k_1}{2}}{a - \frac{k'_2 + k'_1}{2}} \Bigg\}, \qquad \text{II}$$

wobei a die Konzentration der Versuchslösung bedeutet.

Wird die Permeabilität mit Beginn des Versuches gemessen nach Formel I, so ist:

$$Q = \frac{t}{t'} \frac{k' - k'_0}{k - k_0} \frac{d'}{d} \frac{a - \frac{k + k_0}{2}}{a - \frac{k' + k'_0}{2}} \Bigg\} \qquad \text{IIa}$$

Bei Stoffen mit grosser Permeabilität ist das Arbeiten nach dieser Formel erschwert, wenn man, mit Rücksicht auf eine mögliche Giftwirkung nicht sehr stark konzentrierte Versuchslösungen anwenden will. So beim Harnstoff. In solchen Fällen wurde die Versuchsanordnung so gewählt, dass wir, statt die Erhöhung der Grenzkonzentration in einem bestimmten Zeitintervall zu messen, die Zeit bestimmen, die zu einer gewissen Grenzkonzentrationserhöhung nötig ist; mit andern Worten: Wir bestimmen die Zeitdauer der Deplasmolyse in der Versuchslösung mit der Konzentration a; wir lassen die Versuchslösung so lange auf die Vergleichszellen einwirken, bis a jeweils Grenzlösung geworden ist. $a = k = k'$. Die Formel IIa schreibt sich sodann:

$$Q = \frac{t}{t'} \frac{a - k_0'}{a - k_0} \frac{d'}{d} \frac{a - \frac{a + k_0}{2}}{a - \frac{a + k_0'}{2}},$$

$$Q = \frac{t}{t'} \frac{d'}{d}, \qquad \text{III}$$

Bestimmen wir die Zeiten für verschiedene Konzentrationen der Versuchslösung, lassen wir a variieren, so können wir zwischen a und t dieselben Beziehungen aufstellen wie zwischen k und t (S. 573), aus der sich für $t = o$ die osmotische Konzentration a_0 ergibt.

Zur praktischen Anwendung der Methode ist auszuführen:

Die Lösungen sind nach Morse (cit. Renner, pag. 490 und 503) „Gewichtsnormal“ hergestellt. Unter einer 1-moligen Lösung eines Stoffes wird verstanden: das Grammolekül desselben in einem Liter Wasser gelöst.

Niedere Konzentrationen werden in gleicher Weise direkt bereitet oder durch Verdünnung von Stammlösungen hergestellt. Dabei müssen natürlich entsprechende Volumverhältnisse gewählt werden. Nimmt die mit einem Liter Wasser hergestellte 1-molige Lösung das Volumen $1000 + V$ cm³ ein und wollen wir aus dieser Lösung eine ½-molige herstellen, so werden a cm³ Wasser mit a $\frac{1000 + V}{1000}$ cm³ Stammlösung versetzt.

Die Kontraktion der Lösungen wurde vernachlässigt[1]).

---

[1]) Es muss überhaupt darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Beobachtungen bei gegebenem Objekt nicht immer mit der Genauigkeit ausgeführt werden können, wie sie Fitting an dem klassischen Material der Tradescantia discolor durchführte, so dass Fehlerquellen obiger Art ganz ohne Belang sind im Vergleich zu individuellen Beobachtungs-Ungenauigkeiten.

Die Schnitte der zu untersuchenden Objekte werden gleich nach dem Schneiden in die Versuchslösung verfügt, welch letztere in zirka 10 cm^3-Tuben eingefüllt ist. Bequemlichkeitshalber werden die Schnitte des normalen Pflanzenteils von denen des erkrankten getrennt aufbewahrt. Die Konzentration der Versuchslösung richtet sich mehr oder weniger nach dem osmotischen Druck des Materials. Für die Pfirsichblätter mit Exoascus wurde eine 2-molige Lösung angewendet; für die Versuche an Orchideenwurzeln genügte eine 1-molige Lösung. Die erste Bestimmung der Grenzkonzentration erfolgt frühestens eine halbe Stunde nach Versuchsbeginn. Nach stündlichen Zwischenräumen erfolgten gewöhnlich drei weitere Bestimmungen. So haben die Zellen der ersten Bestimmung $^1/_2$ Stunde, die der zweiten $1^1/_2$ Stunde, die der dritten $2^1/_2$ Stunden, die der vierten $3^1/_2$ Stunden in der Versuchslösung gelegen.

Die Beobachtung der Plasmolyse erfolgt unter dem Mikroskop. Sind die Zellen gross, die Plasmolyse also leicht zu beobachten, so werden die Schnitte aus der Versuchslösung in die Tuben einer Konzentrationsskala gebracht (in unsern Versuchen mit $^1/_{40}$ Mol.-Teilung). Nach $^1/_2$—$^1/_4$ Stunde wird dann die eben noch plasmolysierende Lösung, die Grenzlösung festgestellt.

Bei Material mit kleinen Zellen ist die direkte Bestimmung unter dem Mikroskop zu empfehlen: Eine Zellgruppe wird ins Auge gefasst, hierauf nacheinander verschiedene Konzentrationen (mit den höhern beginnend) in reichlicher Menge unter dem Deckglas durchgesogen, bis die Grenzkonzentration erreicht ist. Durch diese Beobachtung entgeht man der Gefahr, tote, zusammengeschrumpfte Zellleiber zu beobachten; denn bei kleinzelligem Material ist ihre Unterscheidung von plasmolysierten Zellen erschwert. Es ist überhaupt angezeigt, nach jeder Bestimmung die Lebensfähigkeit zu prüfen durch völlige Deplasmolyse mit reinem Wasser. Zur Herstellung der Lösungen für die Konzentrationsskala wurde der Stoff der betreffenden Versuchslösung verwendet. (Die Zulässigkeit der einheitlichen Einführung einer Saccharose-Skala für alle Versuche muss noch näher geprüft werden.) Die Lösungen wurden für jeden Versuch erneuert.

Zur Ausführung der modifizierten Methode nach Formel III, wie sie zum Teil für Harnstoff angewandt wurde, ist des weiteren zu bemerken: Die Plasmolyse wird durch eine 2-molige Saccharoselösung erzeugt; Saccharose hat sich im Laufe der Untersuchungen für beide Zellarten als impermeabel erwiesen. Nach zirka 20 Minuten werden die Schnitte unter dem Mikroskop mit der 2-moligen Harnstofflösung behandelt und dabei für beide Zellarten die Dauer der Deplasmolyse bestimmt.

Diskussion der Methode. Die Methode taugt nur für die Messung endosmotischer Permeabilität. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Exosmose des Zellsaftes während der Beobachtungszeit so gering ist, dass sie vernachlässigt werden darf. Vorausgesetzt wird ferner, dass während des Versuches in der Zelle keine osmotisch veränderte Körper entstehen.

Ein Vorteil bietet die Methode in der kurzen Zeitdauer des Versuches, während welcher angenommen werden darf, dass die Zellen ihre natürlichen osmotischen Verhältnisse und Fähigkeiten noch besitzen.

Als Nachteil der Methode könnte die durch die Versuchslösung hervorgerufene starke Plasmolyse geltend gemacht werden. Wenn niedere Pflanzen (Spirogyren, Schimmelpilze, wie Pantanelli zeigte) nach solchen Eingriffen auch unbeschädigt weiter gedeihen, so darf nicht ohne weiteres angenommen werden, dass die Zellen höherer Pflanzen ebenso anpassungsfähig sind. Theoretisch ist diesem berechtigten Einwand nicht zu begegnen, kann aber durch die Wahl einer möglichst niederen Konzentration der Versuchslösung praktisch geschwächt werden.

Eine weitere Fehlerquelle ergäbe die Konsequenz aus den Vermutungen Tschirch's über das Verhalten der Zellmembran. Nach Tschirch ist die Zellmembran der Sitz chemischer Arbeit; sie soll unter anderem der Ort sein, wo die Salze des Kaliums, Magnesiums, Calziums zum Aufbau der Membranine verwendet werden. Hansteen, der in seinen vorzüglichen Untersuchungen: „Über das Verhalten der Bodensalze zu den Kulturpflanzen", die Wirkungen des Kalkes auf die Membranbildung studierte, lässt die Frage bewusst offen (pag. 372): „Eine tiefgehende Erklärung des ganzen Verhaltens des Kalkes zur Wandbildung — ob es sich um besondere Einflüsse für die Wandbildung notwendige Enzymwirkung, ob es sich um Bildung oder Nichtbildung (bei Kalkmangel) von notwendigen Verbindungen, oder ob es sich um besondere fällende oder verflüssigende (bei Kalkmangel) Wirkungen mit Bezug auf die kolloidalen Baustoffe der Zellwand handelt — muss aber vorläufig unterbleiben". Nehmen wir an, die Tschirch'sche Auffassung könnte sich bestätigen, so ist klar, dass ein reaktionsfähiger Körper, der die Zellmembran passiert in chemisch veränderter Form, also auch mit osmotisch anderem Wert auf die Plasmahaut einwirkt. Die Differenz zwischen dem theoretischen und dem praktisch ermittelten isotonischen Koeffizient dürfte darnach nicht rein zugunsten oder ungunsten der Permeabilität verwendet werden, wie es in der Lepeschkin-Troendle'schen Methode geschieht, die Tschirch'sche Zellmembran hätte gleich-

falls ihren Anteil. Es ist aber hervorzuheben, dass das Verhältnis der Diffusionsgeschwindigkeit des Versuchsstoffes zur Reaktionsgeschwindigkeit dieser mutmasslichen Prozesse jedenfalls in einem so kleinen Verhältnisse stehen, dass die Fehlerquelle sehr klein wäre, dass doch die Hauptmenge des Stoffes als solcher auf die Plasmahaut einwirkt.

Auf jeden Fall aber werden sich durch das Aufstellen des Permeabilitätsverhältnisses, dieser relativen Grösse, die Fehler zum grossen Teil kompensieren, die Resultate immerhin eine deutliche Skizze der osmotischen Verhältnisse der kranken Zelle ergeben.

Die Blattgalle von Exoascus deformans Berk. auf Prunus Persica Stokes.

Die durch Exoascus deformans hervorgerufene Galle schliesst sich in ihrer morphologischen Entwicklung der Bildung der Narrenzwetschge an, wie sie von De Bary (pag. 33) beschrieben wurde.

A. Entwicklungsstadien.

Die Versuche wurden an drei gut zu unterscheidenden Entwicklungsstadien ausgeführt:

I. Entwicklungsstadium. Das erste sichtbare Auftreten der Pilzwirkung am Blattwerk ist an den soeben der Knospe entsprungenen, kaum 5 cm langen Blättchen wahrzunehmen. Sie sind meist noch gefaltet, fettglänzend, hellgrün, bisweilen mit roten Flecken und rotangelaufenem Blattrand versehen. Hellgrün sind sie, weil ihre Zellen merklich weniger Chlorophyll enthalten als die der normalen Blätter. Das Mesophyll ist bei beiden ohne, oder doch nur mit wenigen Interzellularen. Vom Pilze sind hier und da kurze, interzellulär gelagerte Mycelstücke zu bemerken. Die Grösse der Zellen ist in erkrankten und gesunden Blättchen gleich. $d = d'$.

II. Entwicklungsstadium. Die Blätter haben eine mittlere Grösse erreicht. Die Lokalisation des Pilzes ist deutlich begrenzt; häufig hat er aber das ganze Blatt inne. Die erkrankte Stelle beginnt sich zu kräuseln (Ausstülpungen nach oben und unten), ist fettglänzend und hell- bis weisslichgrün, letzteres durch den kaum halbnormalen Chlorophyllgehalt verursacht. Die Mesophyllzellen gegen die Blattoberseite (selten gegen die Unterseite) besitzen überhaupt nur ungefärbte Chloroplasten. Häufig machen sich in diesem Stadium beträchtliche Stärkeansammlungen geltend. Die Zellen der erkrankten

Blattstellen sind polyedrisch und ohne oder mit sehr kleinen Interzellularen gefügt; das Gewebe der gleichaltrigen gesunden Blätter ist locker und aus länglichen Gewebeelementen bestehend. Das Grössenverhältnis d : d wurde im Mittel als 1,4 bestimmt. Im Mesophyll, besonders im chlorophyllosen Teil bereitet sich das kurzästige Mycellium aus. Zwischen dem Mesophyll und der Epidermis (meistens auf der Blattoberseite) beginnt sich ein dichtes Hyphengewebe auszubreiten. Hin und wieder das Austreten einer Hyphe an die Blattoberfläche, wo sich (bei wenig älteren Stadien zu beobachten) der Pilz unter Bildung kleiner Anschwellungen (Ascianlagen) ähnlich ausbreitet.

III. Entwicklungsstadium. Die Blätter sind ausgewachsen; der Fettglanz der erkrankten Blattzellen ist verschwunden, sie sind matt graulichweiss, ein Zeichen der Ausbildung des Asci-Rasens. Die befallenen Partien sind noch fleischiger geworden, bis $1^1/_2$ mm dick, während das normale Blatt kaum $^1/_4$ mm Dicke hat. Stärke ist in den Zellen spärlich, fast selten vorhanden. Das Grössenverhältnis der erkrankten Zellen zu den normalen beträgt wieder 1,4. An der Oberfläche hat der Pilz achtsporige Asci gebildet, die zum Teil schon geborsten sind. Kurze Zeit hierauf welken die kranken Blätter und fallen ab.

Alle drei Stadien können von Mitte Mai bis Mitte Juni gesammelt werden. Was die zeitliche Dauer der Entwicklung anbetrifft. so konnte 1915 das erste Auftreten von Stadium I am 2. Mai, Stadium II am 10. Mai und Stadium III am 16. Mai beobachtet werden; Dauer der Entwicklung somit rund 14 Tage.

B. Versuche über Exoascus deformans auf Pfirsich.

1. Versuch vom 5. Juni 1915, $7^h 45$ a. m.
Stadium I, Versuchslösung 2 Mol. KNO_3.

Normal		Krank	
t	k	t′	k′
$7^h 45$	—	$7^h 45$	—
8 45	0, 6	8 45	0, 6
9 45	0, 7	9 45	0, 7
10 45	0, 8	10 45	0, 8

$k_0 = 0,5$

$k - k_0 = 0,3$

$k'_0 = 0,5$

$k' - k'_0 = 0,3$

$Q = 1.$

2. Versuch vom 6. Juni 1915, $9^h\,00$ a. m.
Stadium I., Versuchslösung 2 Mol. NH_4NO_3.

Normal		Krank	
t	k	t′	k′
9^h00	—	9^h00	—
9 30	0, 65	9 30	0, 7
10 30	0, 75	10 30	0, 8
11 30	0, 85	11 30	0, 9

$k_0 = 0, 6$; $k - k_0 = 0, 25$

$k_0 = 0, 65$; $k' - k'_0 = 0, 25$

Corr.[1]) $= 0, 26$

$Q = \frac{0, 26}{0, 25} = 1, 0.$

3. Versuch vom 3. Juni 1915, $7^h\,30$ a. m.
Stadium I, Versuchslösung 2 Mol. Saccharose.

Normal		Krank	
t	k	t′	k′
7^h50	—	7^h50	—
8 20	0, 6	8 20	0, 675
9 20	0, 6	9 20	0, 675
10 20	0, 6	10 20	0, 675

$k_0 = k = 0, 6$

$k'_0 = k' = 0, 675$

Perm. = P′erm. = 0

Q = unbestimmt.

4. Versuch vom 2. Juni 1915, $7^h\,35$ a. m.
Stadium I, Versuchslösung 2 Mol. Dextrose.

Normal		Krank	
t	k	t′	k′
7^h35	—	7^h35	—
8 05	0, 5	8 05	0. 55
9 05	0, 55	9 05	0, 6
10 05	0, 6	10 05	0, 65
11 05	0, 65	11 05	0, 7

$k_0 = 0, 475$; $k - k_0 = 0, 175$

$k'_0 = 0, 525$; $k' - k'_0 = 0, 175$

Corr. $= 0, 181$

$Q = \frac{0, 181}{0, 175} = 1, 0.$

[1]) Corrigiert.

5. Versuch vom 7. Juni 1915 p. m.
Stadium I, Versuchslösung 2 Mol. Harnstoff.

Deplasmolyse normal: $4^h\,55$—$5^h\,20$ $t = 25$
„ krank: $5^h\,25$—$5^h\,51$ $t' = 26$

$$Q = \frac{25}{26} = 0,96.$$

6. Versuch vom 29. Mai 1915, $1^h\,30$ p. m.
Stadium II, Versuchslösung 2 Mol. KNO_3.

Normal		Krank	
t	k	t′	k′
1^h30	—	1^h30	—
2 00	0,55	2 00	0,95
3 00	0,625	3 00	1,2
4 00	0,7	4 00	1,325
5 00	0,75	5 00	1,4

$k_0 = 0,52$; $k - k_0 = 0,23$
$k'_0 = 0,76$; $k' - k'_0 = 0,64$
Corr. $= 0,9$
$Q = \frac{0,9}{0,23} \cdot 1,4 = 5,7.$

7. Versuch vom 30. Mai 1915, $9^h\,30$ a. m.
Stadium II, Versuchslösung 2 Mol. NH_4NO_3.

Normal		Krank	
t	k	t′	k′
9^h30	—	9^h30	—
10 00	0,75	10 00	1,3
11 00	1,0	11 00	1,6
12 00	1,2	12 00	1,8
1 00	1,3	1 00	2,0

$k_0 = 0,62$; $k - k_0 = 0,68$
$k'_0 = 1,08$; $k' - k'_0 = 0,92$
Corr. $= 2,08$
$Q = \frac{2,08}{0,68} \cdot 1,4 = 4,28$

8. **Versuch vom 31. Mai 1915, $12^h\,45$ p. m.**
Stadium II, Versuchslösung 2 Mol. Saccharose.

Normal		Krank	
t	k	t′	k′
12^h45	—	12^h45	—
1 15	0, 65	1 15	0, 9
2 15	0, 65	2 15	0, 9
3 15	0, 65	3 15	0, 9
4 15	0, 65	4 15	0, 9

$k = k_0 = 0, 65$
$k' = k'_0 = 0, 9$
Perm. $= 0$
Q $=$ unbestimmt.

9. **Versuch vom 1. Juni 1915, $8^h\,00$ a. m.**
Stadium II, Versuchslösung 2 Mol. Dextrose.

Normal		Krank	
t	k	t′	k′
8^h00	—	8^h00	—
8 30	0, 7	8 30	1, 0
9 30	0, 75	9 30	1, 0
10 30	0, 8	10 30	1, 1
11 30	0, 85	11 30	1, 2

$k_0 = 0, 675$; $k - k' = 0, 175$
$k_0 = 0, 85$; $k' - k'_0 = 0, 35$
Corr. $= 0, 45$
$Q = 3, 5$.

10. **Versuch vom 8. Juni 1915, p. m.**
Stadium II, Versuchslösung 2 Mol. Harnstoff.

Deplasmolyse **normal**: $12^h\,43$—$12^h\,53$ $t = 10$
„ **krank**: $12^h\,7$ —$12^h\,20$ $t' = 13$

$$Q = \frac{10}{13} \cdot 1, 4 = 1, 08.$$

11. Versuch vom 10. Juni 1915, $5^h 25$ a. m.
Stadium III, Versuchslösung 2 Mol. KNO_3.

Normal		Krank	
t	k	t′	k′
5^h25	—	5^h25	—
5 55	0,6	5 55	0,65
6 55	0,65	6 55	0,775
7 55	0,7	7 55	0,875
8 55	0,75	8 55	0,925

$k_0 = 0,575$; $k - k_0 = 0,175$
$k'_0 = 0,63$; $k' - k'_0 = 0,293$
Corr. $= 0,322$
$Q = 2,58$.

12. Versuch vom 12. Juni 1915, $5^h 45$ a. m.
Stadium III., Versuchslösung 2 Mol. NH_4NO_3.

Normal		Krank	
t	k	t′	k′
5^h45	—	5^h45	—
6 15	0,75	6 15	0,85
7 15	0,8	7 15	0,975
8 15	0,85	8 15	1,1
9 15	0,09	9 15	1,175

$k_0 = 0,725$; $k - k_0 = 0,175$
$k_0 = 0,08$; $k' - k'_0 = 0,375$
Corr. $= 0,44$
$Q = 3,5$.

13. Versuch vom 10. Juni 1915, $5^h 25$ a. m.
Versuch III, Versuchslösung 2 Mol. Saccharose.

Normal		Krank	
t	k	t′	k′
5^h25	—	5^h25	—
6 25	0,7	6 25	0,8
7 25	0,7	7 25	0,8
8 25	0,7	8 25	0,8
9 25	0,7	9 25	0,8

$k_0 = k = 0,7$
$k'_0 = k' = 0,8$
Perm. $= 0$
Q $=$ unbestimmt.

14. Versuch vom 13. Juni 1915, $7^h 55$ a. m.
Stadium III, Versuchslösung 2 Mol Dextrose.

Normal		Krank	
t	k	t′	k′
$7^h 55$	—	$7^h 55$	—
8 55	0, 75	8 55	0, 9
9 55	0, 8	9 55	1, 0
10 55	0, 85	10 55	1, 1
11 55	0, 9	11 55	1, 15

$k_0 = 0, 7$; $k - k_0 = 0, 175$

$k'_0 = 0, 86$; $k' - k'_0 = 0, 29$

Corr. $= 0, 349$

$Q = 2, 78$.

15. Versuch vom 9. Juni 1915, a. m.
Stadium III, Versuchslösung 2 Mol. Harnstoff.

Deplasmolyse normal: $9^h 38$—$9^h 54$ $t = 16$

krank: $9^h 38$—$9^h 33$ $t' = 55$

$$Q = \frac{16}{55} \cdot 1, 4 = 0, 41.$$

Zusammenstellung der Resultate.

Stadium	I.		II.		III.	
	Konz. in Mol.	Druck in Atm.	Konz. in Mol.	Druck in Atm.	Konz. in Mol.	Druck in Atm.
Normal	0, 6	13, 44	0, 65	14, 56	0, 7	15, 68
Krank	0, 65	14, 56	0, 9	20, 16	0, 8	17, 92

Tabelle I. Das Verhalten des osmotischen Druckes resp. dessen Konzentration während der Entwicklung der Galle. Nach den Versuchen 3, 8, 13.

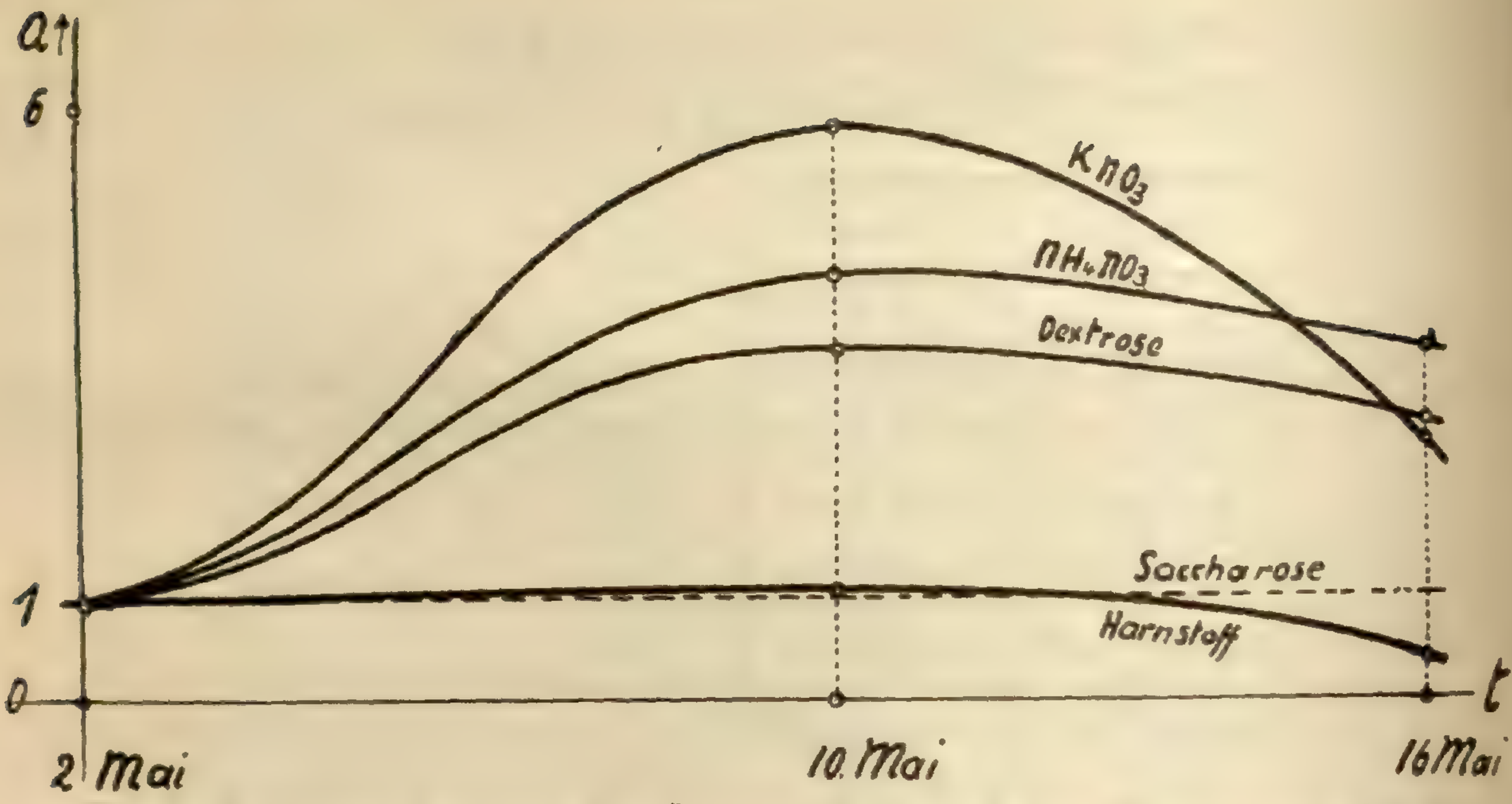


Fig. 2. Graphische Darstellung der Änderung des osmotischen Druckes resp. dessen Konzentration während der Entwicklung der Galle nach den Versuchen mit Saccharose 3, 8, 13.

Entwicklungs-Stadium	I	II	III
KNO_3	1, 0	5, 7	2, 58
NH_4NO_3	1, 0	4, 28	3, 5
Saccharose . . .	unbest.	unbest.	unbest.
Dextrose	1, 0	3, 5	2, 75
Harnstoff	0, 96	1, 08	0, 41

Tab. II. Das Permeabilitätsverhältnis zwischen normalen und Exoascus deformans erkrankten Zellen für die Stoffe KNO_3; NH_4NO_3; $C_{12}H_{22}O_{11}$; $C_6H_{12}O_6$; $CO(NH_2)_2$.

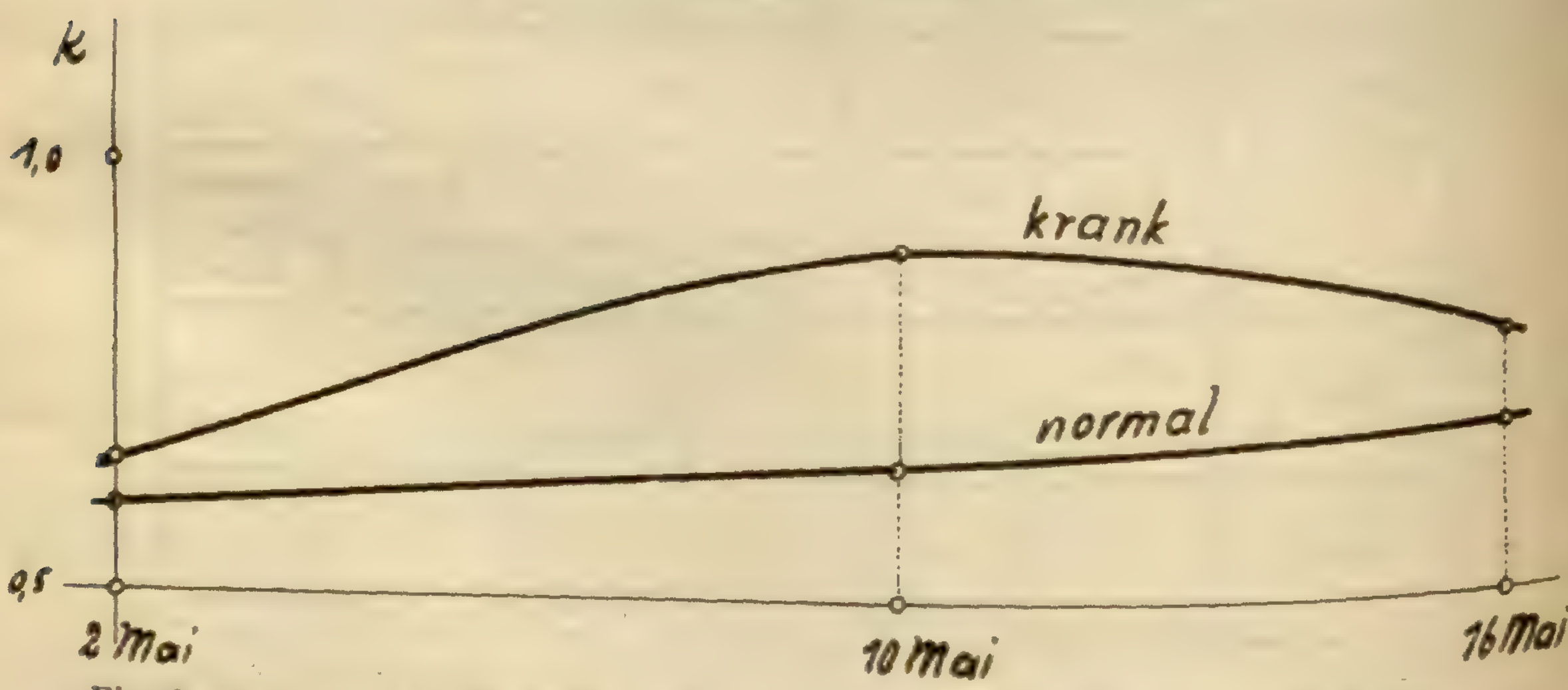


Fig. 3. Graphische Darstellung der Änderung des Permeabilitätsverhältnisses von Exoascus deformans auf Prunus Persica.

D. Zusammenfassung.

Aus den Versuchen 1—5 mit Stadium I geht hervor, dass die Unterschiede in den osmotischen Verhältnissen zwischen normalen und Exoascus deformans erkrankten Pfirsichblattzellen im Anfang sehr gering ist. Die Permeabilität ist beiderseits annähernd gleich; das Permeabilitätsverhältnis schwankt um 1. Saccharose ist für beide Zellarten impermeable; Q deshalb unbestimmt. Eine leichte Erhöhung des osmotischen Druckes (besonders bei dem Material für den Versuch 3 mit Saccharose) ist auf um weniges vorgeschrittenere Stadium I zurückzuführen. Es ist zu schliessen, dass am Anfang der Gallenbildung in allen Blättchen dieselben osmotischen Verhältnisse vorhanden sind.

Eine gewaltige Änderung erfahren die osmotischen Eigenschaften der kranken Zelle bis zur zweiten Entwicklungsstufe. Schon das Kräuseln der erkrankten Blattstellen lässt einen höhern Turgordruck venmuten. So ist zum Beispiel in dem zu Versuch 8 verwendeten Material eine osmotische Druckerhöhung von 5,5 Atmosphären eingetreten (Tab. I, Fig. 2). Das Permeabilitätsverhältnis hat sich erstaunlich geändert (Tab. II, Fig. 3). KNO_3 passiert die pilzbeeinflusste Plasmahaut 5,7 mal leichter als die normale; Ammonium-Nitrat 4,28 mal und Dextrose 3,5 mal. Saccharose gegenüber verhalten sich die Membranen der Galle impermeabel wie gegen normale Plasmahäute. Merkwürdig ist das unveränderte Verhalten gegen Harnstoff $Q = 1,08$.

Im dritten Stadium, im Stadium der Sporenbildung scheint sich die Aktivität des Pilzes zu vermindern. Während in den gesunden Blättern der osmotische Druck mit ihrer Entwicklung stetig steigt (Fig. 2, Tab. I), ist er in den Gallen, nach dem Maximum in Stadium II, wieder im Abnehmen begriffen. Dies hat auch eine Verkleinerung des Permeabilitätsverhältnisses zur Folge (Fig. 3, Tab. II). Für Kaliumnitrat beträgt die Abnahme von Q mehr als die Hälfte; für Ammoniumnitrat und Dextrose je um zirka $^1/_5$. Saccharose bleibt impermeabel. Eine schädigende Wirkung des Pilzes auf die Permeabilität des Harnstoffes zeigt sich im Sinken des osmotischen Druckes noch ausgeprägter: $Q = 0,48$.

Die Resultate lassen sich zusammenfassen in: Exoascus deformans vermag bei seinem Wirt (Prunus Persica) die Permeabilität der Plasmahaut zu ändern; die Beeinflussung ist am grössten zur Zeit des grössten Wachstums des Pilzes (Stadium II, Vorbereitung zur Fruchtbildung); sie nimmt ab zur

Zeit der Fruktifikation der Parasiten. Im gleichen Sinne findet eine anfängliche Erhöhung mit darauffolgendem Sinken des osmotischen Druckes in den kranken Zellen statt.

Die Arbeit entstand als Preisaufgabe, gestellt von der naturwissenschaftlichen Abteilung der Eidgen. Techn. Hochschule in Zürich. Dem Verfasser der Aufgabe, Prof. Dr. H. C. Schellenberg, bin ich für seine mannigfachen Anregungen und Ratschläge zu grossem Danke verpflichtet.

Die Vorbereitungen der Untersuchungen wurden im Sommer 1914 im pflanzenphysiologischen Laboratorium der Eidgen. Techn. Hochschule in Zürich begonnen und während der dienstfreien Zeit zu Hause fortgesetzt. Dem Vorstand des Laboratoriums, Prof. Dr. P. Jaccard, danke ich an dieser Stelle für seine Unterstützungen.

Glattfelden, Juli 1916.

Zitierte Literatur.

De Bary, A. Über die Fruchtbildung der Ascomyceten. Leipzig 1863.

Fischer, A. Vorlesungen über Bacterien. 1903.

Fitting, H. Untersuchungen über die Aufnahme von Salzen in die lebende Zelle. Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik, Bd. LVI.

Fluri, M. Der Einfluss von Aluminiumsalzen auf das Protoplasma. Flora, Bd. 99. 1908.

Hansteen, B. Über das Verhalten der Kulturpflanzen zu den Bodensalzen. I. und II. Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik. Bd. XLVII, Heft 3.

Klebs, G. Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. Bericht der deutschen Botanischen Gesellschaft. 1887. Bd. V.

Krabbe, G. Über den Einfluss der Temperatur auf die osmotischen Prozesse lebender Zellen. Jabrbuch für wissenschaftliche Botanik. Bd. XXIX. 1895.

Kuester I. Die Gallen der Pflanzen. Leipzig, 1911.

Kuester II. Pathologische Pflanzenanatomie. II. Auflage, 1916.

Lepeschkin, W. N. I. Über den Turgordruck vakuolisierter Zellen. Bericht der deutschen Botanischen Gesellschaft. Bd. 26a. 1908.

— II. Über die osmotischen Eigenschaften und den Turgordruck der Blattgelenkzellen der Leguminosen. Ebenda pag. 231.

— III. Zur Kenntnis des Mechanismus der Variationsbewegungen. Ebenda pag. 724.

Pantanelli, E. Zur Kenntnis der Turgorregulationen bei Schimmelpilzen. Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik. Bd. XL, Heft 3.

Pfeffer. Zur Kenntnis der Plasmahaut und der Vakuolen etc. Abhandlung der math.-physikal. Klasse der königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, Bd. XVI. 1891.

Renner. Über die Berechnung des osmotischen Druckes. Biolog. Centralblatt, Bd. 32. 1912.

Rothert. Über die Gallen der Rotatorie Notommata Werneckii auf Vancheria Walzi n. sp. Jahrbuch für wissenscnaftliche Botanik, Bd. 29. 1896.

Van Rysselberge, F. Influence de la température sur la perméabilité du protoplasma vivant. Recueil de l'Institut bot., Université de Bruxelles. Bd. 5.

Thomas. Zur Kenntnis der Milbengallen und Gallenmilben. Zeitschrift für die gesamten Naturwissenschaften. 1873.

Troendle, A. Der Einfluss des Lichtes auf die Permeabilität der Plasmahaut Jahrb. für wissenschaftl. Botanik. Bd. XLVIII.

Tschirch, A. Die Membranen als Sitz chemischer Arbeit. Schweiz. Apothekerzeitung, 1915, Nr. 12, oder Verhandl. der Schweiz. Naturforscher-Gesellschaft. 1914. II. Teil, S. 178.

De Vries, H. I. Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft. Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik, Bd. XIV.

— II. Über die Wand der Vacuolen. Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik. Bd. XVII.

Zangger, Hch. Über Membranen. Vierteljahrsschrift der naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Zürich. Jahrb. 51, 1906.

Über gewisse Parabelreihen.

Von

A. Kiefer, Zürich.

(Als Manuskript eingegangen am 12. Februar 1917.)

Bekanntlich ist der geometrische Ort der Brennpunkte aller Parabeln, die durch drei Punkte, oder zwei Punkte und eine Tangente, oder einen Punkt und zwei Tangenten, oder drei Tangenten bestimmt sind, eine Kurve von der fünften, beziehungsweise sechsten, vierten, zweiten Ordnung. In den ersten zwei Fällen besitzen die Kurven Doppelpunkte, d. h. es gibt bei den betreffenden Parabelreihen konfokale Parabelpaare. Im folgenden soll gezeigt werden, wie diese Doppelpunkte und zugehörigen Parabelpaare auf elementare Art gefunden werden können.

I.

Durch drei gegebene Punkte zwei Parabeln zu finden, welche den Brennpunkt gemeinsam haben.

Sind A, B, C die drei gegebenen Punkte und ist X der Brennpunkt einer durch A, B, C gehenden Parabel, so müssen die drei Kreise mit den Mittelpunkten A, B, C und den bezüglichen Radien AX, BX, CX eine gemeinsame Tangente haben, welche die Leitlinie der Parabel ist. Besitzen die drei Kreise noch eine zweite gemeinsame Tangente, so bestimmt sie als Leitlinie eine zweite Parabel durch A, B, C, welche ebenfalls den Punkt X zum Brennpunkt hat. Also handelt es sich darum, einen Punkt X zu finden, so dass die drei Kreise durch X mit den Mittelpunkten A, B, C zwei gemeinschaftliche Tangenten haben.

Abb. 1. Wenn drei Kreise zwei gemeinschaftliche Tangenten haben, so muss der Mittelpunkt des einen entweder auf der Zentralen der beiden andern Kreise, oder auf dem Perpendikel zur Zentralen in dem einen oder andern Ähnlichkeitspunkt der zwei Kreise liegen. Da die Punkte A, B, C beliebig gegeben sind, so muss der Fusspunkt F des Lotes von C auf AB Ähnlichkeitspunkt der Kreise mit den Mittelpunkten A, B sein. Folglich verhält sich

$$\frac{AX}{BX} = \frac{AF}{BF}.$$

Der gesuchte Punkt X muss also dem geometrischen Ort angehören, dessen Punkte von A, B Abstände besitzen, die ein konstantes Verhältnis $\frac{AF}{BF}$ bilden. Bekanntlich ist dieser geometrische Ort der Kreis K_3, der F und den vierten harmonischen Punkt F' von F in bezug auf A, B zu Durchmesserendpunkten hat. Man denke sich jetzt durch den Fusspunkt F des Lotes CF auf AB alle möglichen Geraden gezogen und immer die drei Kreise mit den Mittelpunkten A, B, C gelegt, welche diese Geraden berühren; dann

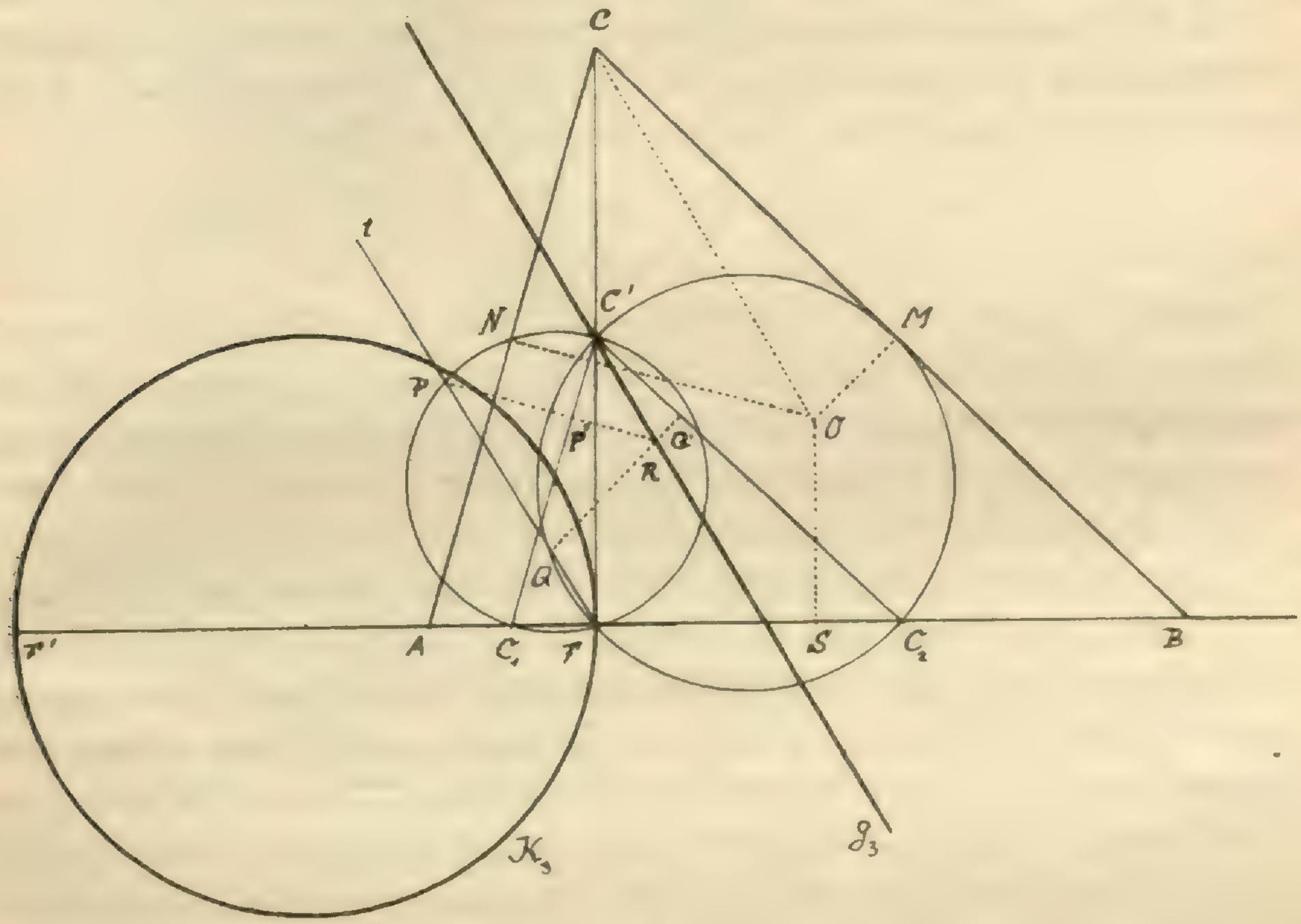


Abb. 1.

schneiden sich nach vorhin die zwei ersten Kreise auf K_3 und der Schnittpunkt ist ein gesuchter Punkt, wenn auch der dritte Kreis durch ihn hindurchgeht. Der Schnittpunkt hat für alle drei Kreise gleiche Potenz, nämlich null; also hat man den geometrischen Ort des Potenzpunktes der drei Kreise zu suchen und mit dem Kreise K_3 zu schneiden. Um die Potenzlinie der zwei Kreise um A und C zu erhalten, welche eine beliebig durch F gelegte Gerade t berühren, denke man sich von A, C die Lote auf t gezogen; die Fusspunkte sind die Berührungspunkte der zwei Kreise mit t und die Potenzlinie PP' geht durch ihre Mitte, also durch den Fusspunkt P des Lotes von der Mitte N von AC auf t und ist senkrecht zu AC. Der Ort des Punktes P ist der Kreis über FN als Durchmesser. Der

Kreis geht durch den Halbierungspunkt C' der Höhe CF, weil FC eine Lage von t ist; weil $FA = 2\,C'N$, so läuft der von C' ausgehende Durchmesser $C'C_1$ des Kreises nach der Mitte von FA und ist parallel und gleich NA. Analog wird der Kreis über FM als Durchmesser gefunden, wobei M die Mitte von BC ist; dieser Kreis geht ebenfalls durch C' und sein von C' ausgehender Durchmesser $C'C_2$ ist parallel und gleich MB. Schneidet die beliebige Gerade t durch F die zwei Hülfskreise in P und Q, so ist das Lot PP' von P auf $C'C_1$ die Potenzlinie der Kreise um A, C, welche t berühren und das Lot QQ' von Q auf $C'C_2$ ist die Potenzlinie der Kreise um B, C, welche t berühren; der Schnittpunkt R der beiden Lote ist der Potenzpunkt der drei Kreise um A, B, C als Mittelpunkte und t als gemeinsamer Tangente. Nun ist das rechtwinklige

$$\Delta\, C_1C'P \sim C_2C'Q, (\sphericalangle\, PC_1C' = PFC' = QFC' = QC_2C')$$

also auch $$\Delta\, C'PP' \sim C'QQ',$$

folglich $C'P' : C'Q' = C'P : C'Q = C'C_1 : C'C_2 = CN : CM$, d. h.: der Ort des Potenzpunktes R ist die Gerade g_3, welche durch die Mitte C' von CF hindurch geht und zu der Geraden von C nach dem Mittelpunkt O des dem Dreieck ABC umschriebenen Kreises parallel ist.

Die Gerade g_3 bildet mit $C'C_2$ denselben Winkel wie $C'F$ mit $C'C_1$; sie geht durch den Schnittpunkt der Kreistangenten in C_1 und C_2, ferner durch die Fusspunkte der Lote von F auf das Seitenmittendreieck MNS des gegebenen Dreieckes ABC, von denen zugleich zwei die Schnittpunkte der Kreise über FN und FM mit dem Kreis über FS als Durchmesser sind, ferner durch den Schnittpunkt der Mittelsenkrechten von AB mit dem Lot von F auf die Gerade von C nach dem Mittelpunkte von K_3; dieser Punkt und der erwähnte Schnittpunkt der Tangenten sind identisch.

Die Schnittpunkte der Geraden g_3 mit dem Kreis K_3 sind nun zwei gesuchte Brennpunkte; zu jedem von ihnen gehören zwei Parabeln durch A, B, C, deren Leitlinien die beiden Tangenten von F aus an einen der drei Kreise sind, die A oder B oder C zum Mittelpunkt haben und durch den gewählten Brennpunkt gehen. Eine ganz analoge Betrachtung gilt für die Dreieckshöhe AD auf BC und für die Höhe BE auf CA. Man hat somit folgende Konstruktion:

Abb. 2. In dem gegebenen Dreieck ABC zieht man die Höhen AD, BE, CF und bestimmt zu den Fusspunkten D, E, F auf den Seiten des Dreieckes die vierten harmonischen Punkte D', E', F' in bezug auf BC, CA, AB (mit Hülfe der Geraden FED', DFE', DEF'); über den Strecken DD', EE', FF'

als Durchmesser legt man die Kreise K_1, K_2, K_3. Ist nun O der Mittelpunkt des dem Dreieck ABC umschriebenen Kreises, so zieht man durch die Mitten A', B', C' der Dreieckshöhen beziehungsweise die Parallelen g_1, g_2, g_3 zu AO, BO, CO. Die Schnittpunkte von g_1 mit K_1, von g_2 mit K_2 und

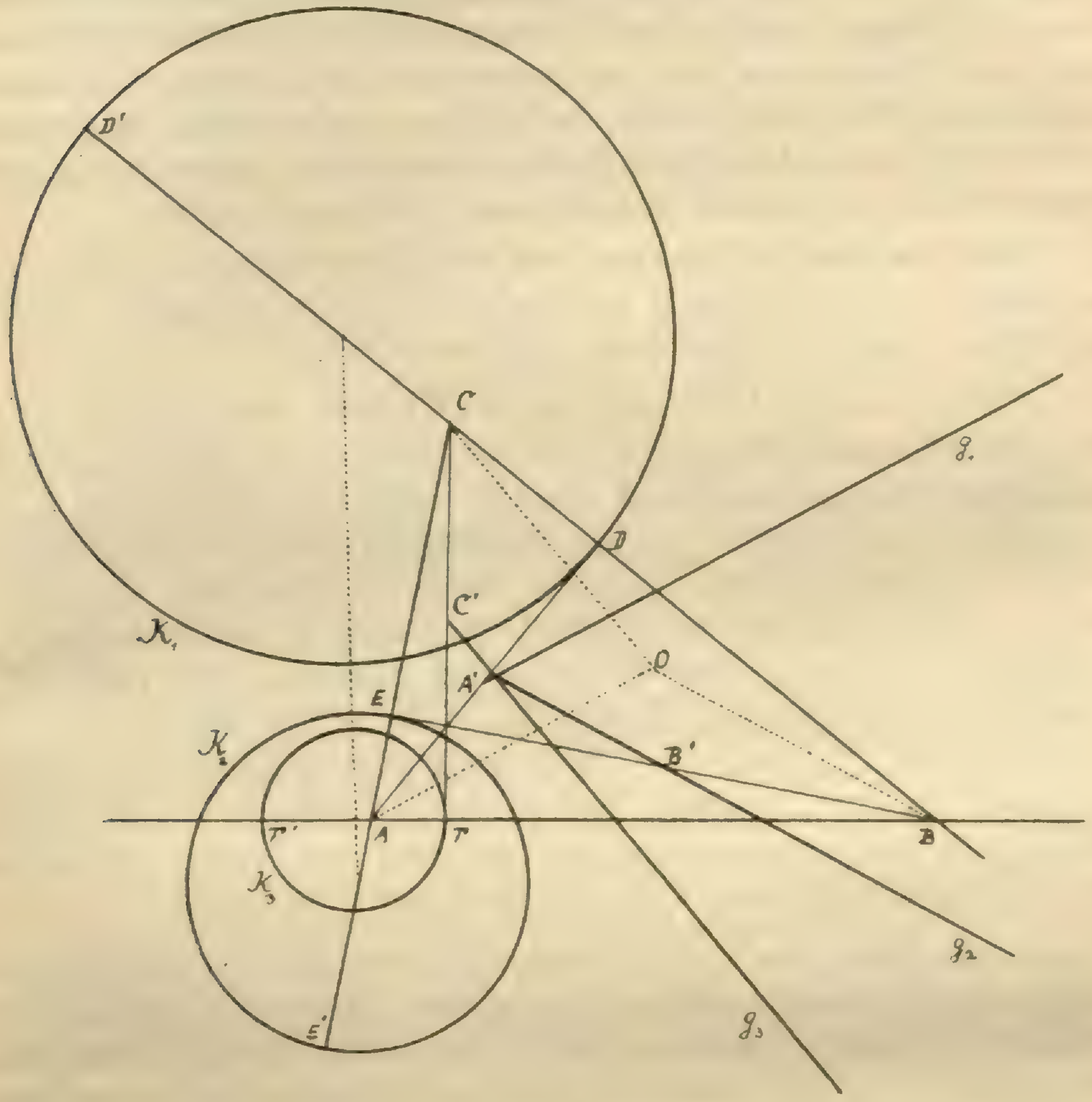


Abb. 2.

von g_3 mit K_3 sind die gesuchten Brennpunkte. Es gibt also deren sechs und zu jedem zwei gesuchte Parabeln durch A, B, C.

Zwei solche Parabeln gehen durch A, B, C und haben denselben Brennpunkt; sie müssen sich daher noch in einem vierten Punkte schneiden und eine vierte gemeinsame Tangente aufweisen. Dieser vierte Punkt liegt auf der betreffenden Dreieckshöhe, weil sie den Winkel zwischen den zwei durch ihren Fusspunkt gehenden Leit-

linien halbiert und die vierte Tangente ist zufolge einer bekannten Parabeleigenschaft die Mittelsenkrechte zur Verbindungslinie des Brennpunktes mit dem Fusspunkt der Höhe, durch den beide Leitlinien gehen.

In der Abb. 2 sieht man, dass die Schnittpunkte von g_1 mit K_1, von g_2 mit K_2 und von g_3 mit K_3 imaginär sind, was bewirkt, dass keines der Parabelpaare reell wird. Das muss so sein, wenn die drei Punkte A, B, C reell sind; denkt man sich nämlich um A, B zwei Kreise, die sich reell schneiden und daher zwei reelle gemeinsame Tangenten haben, so gibt es weder durch den einen noch durch den andern Schnittpunkt einen reellen dritten Kreis, der ebenfalls die zwei reellen gemeinsamen Tangenten berührt.

Sind von den drei Punkten zwei konjugiert imaginär, z. B. A, B, so bleiben F, F', C', O reell und es werden auch K_3 und g_3 reell; die Mitte S von AB liegt dann zwischen F, F'.

Abb. 3. In der Abbildung 3 ist der Umkreis des Dreieckes ABC als gegeben angenommen, C ist auf ihm gewählt und die imaginären Schnittpunkte des Kreises mit einer Geraden l als die Punkte A, B betrachtet. Der Punkt F' ist der Schnittpunkt von l mit der Polaren von F in bezug auf den Umkreis. S ist der Fusspunkt des Lotes von O auf l. Die Parallele durch C' zu CO ist g_3 und schneidet K_3 in X, X'. Die zu X oder X' gehörigen Parabeln sind reell oder imaginär, je nachdem die Kreise, die C als Mittelpunkt haben und durch X oder X' gehen, von F aus reelle oder imaginäre Tangenten zulassen. In der Abbildung sind die zwei Parabeln, die zu X gehören, reell und eingezeichnet; sie schneiden sich auf CF und haben die Mittelsenkrechte von FX zur gemeinsamen Tangente.

In dem Falle, wo die Mitte S von AB und also die Punkte A, B selber mit F' zusammenfallen, wird g_3 zur Tangente von K_3; die Geraden SN und SM werden nämlich unendlich benachbart und die Fusspunkte der Lote von F auf die zwei Geraden werden zu unendlich benachbarten Punkten von K_3 und somit ist ihre Verbindungslinie g_3 Tangente von K_3; die doppelt gelegte Gerade AC tritt als degenerierte Parabel auf.

Bekanntlich halbieren die Höhen des Dreieckes ABC (Abb. 2) die Winkel seines Höhenfusspunktendreieckes DEF und die Punkte A, B, C sind die Mittelpunkte der drei Kreise, die dem Dreieck DEF anbeschrieben werden können; diese drei Kreise treten für alle drei Höhenfusspunkte als ein gemeinsames System solcher drei Kreise auf, welche gewisse durch die Höhenfusspunkte gehenden Geraden t, nämlich die Seiten des Höhenfusspunktedreieckes berühren.

Folglich ist der Potenzpunkt der drei, dem Höhenfusspunktendreieck DEF anbeschriebenen Kreise gemeinsamer Punkt der drei Geraden g_1, g_2, g_3.

Nach früherem schneiden sich diese anbeschriebenen Kreise paarweise auf K_3, K_1, K_2; folglich hat der Potenzpunkt jener drei Kreise auch gleiche Potenz für K_1, K_2, K_3. Die Mittelpunkte der drei Kreise K_1, K_2, K_3 liegen aber, wie gleich gezeigt werden soll, auf einer Geraden; folglich haben die drei Kreise K_1, K_2, K_3 eine ge-

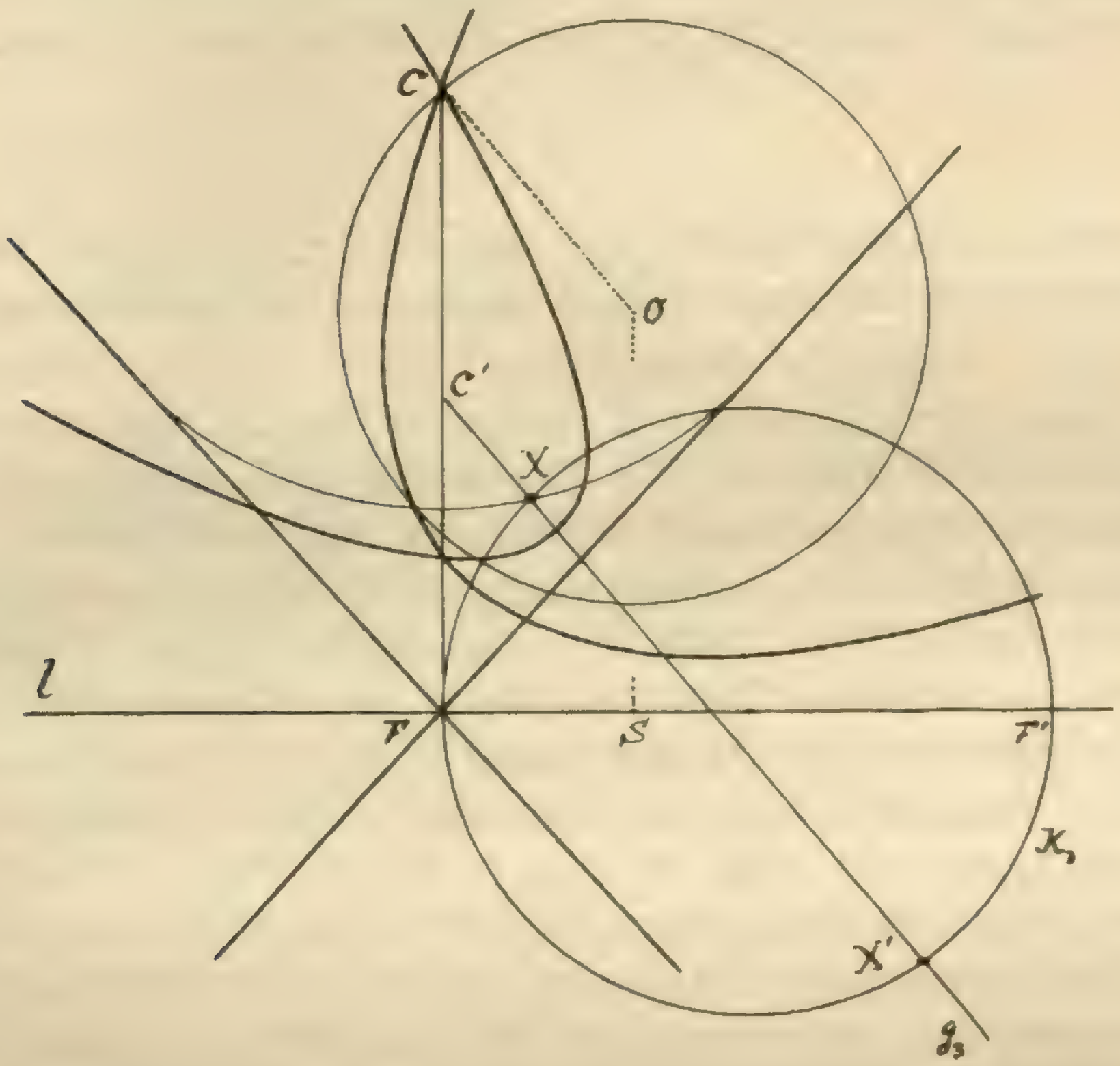


Abb. 3.

meinschaftliche Potenzlinie, welche durch den Potenzpunkt der drei anbeschriebenen Kreise des Dreieckes DEF hindurchgeht. Es liegen nämlich die Punkte D', E', F' auf einer Geraden, der sogenannten Harmonikalen des Höhenpunktes des Dreieckes ABC; bezeichnet man die Teilverhältnisse von D', E', F' in bezug auf die Seiten des Dreieckes ABC mit λ, μ, ν, so sind die Teilverhältnisse der Kreismittelpunkte [1]) λ^2, μ^2, ν^2 und wenn $\lambda . \mu . \nu = 1$

---

[1]) J. Steiner's Vorlesungen über synthetische Geometrie. Erster Teil, bearbeitet von Dr. C. F. Geiser, Die Theorie der Kegelschnitte in elementarer Darstellung, 3. Auflage (Leipzig, B. G. Teubner), S. 31.

ist, so muss auch $\lambda^2 . \mu^2 . \nu^2 = 1$ sein, d. h. die drei Kreismittelpunkte liegen auf einer Geraden.

Da der Schnittpunkt der drei Geraden g_1, g_2, g_3 auf der Potenzlinie von K_1, K_2, K_3 liegt, und die Schnittpunkte von g_1 mit K_1, von g_2 mit K_2 und von g_3 mit K_3 die sechs Brennpunkte X sind, so liegen dieselben dreimal zu vieren auf drei reellen Kreisen; ihre drei Mittelpunkte sind die Ecken des Dreieckes, dessen Seiten bezüglich durch die Mittelpunkte von K_1, K_2, K_3 gehen und auf g_1, resp. g_2, g_3 senkrecht stehen. Dieses Dreieck und das Dreieck ABC sind perspektivisch gelegen, weil die Mittelpunkte von K_1, K_2, K_3 auf einer Geraden liegen.

II.

Durch zwei gegebene Punkte zwei Parabeln zu finden, die noch eine gegebene Gerade berühren und den Brennpunkt gemeinsam haben.

Abb. 4. Wenn A, B die gegebenen Punkte sind und X der Brennpunkt einer Parabel durch A, B ist, so ist die Leitlinie der Parabel eine gemeinsame Tangente der Kreise durch X mit A und B als Mittelpunkten; diese Parabel berührt die gegebene Gerade g, wenn der Gegenpunkt U von X in bezug auf g auf die gemeinsame Tangente der zwei Kreise fällt. Fällt der Gegenpunkt in den Schnittpunkt von zwei gemeinsamen Tangenten hinein, so ist die zweite Tangente Leitlinie einer zweiten Parabel durch A, B mit X als Brennpunkt und g als Tangente; diese zwei Parabeln sind ein gesuchtes Paar. Bei zwei Kreisen um A, B, die sich in X schneiden, treffen sich die äussern gemeinsamen Tangenten im äussern Ähnlichkeitspunkt U und die inneren gemeinsamen Tangenten im inneren Ähnlichkeitspunkt V. Angenommen nun, der Gegenpunkt von X in bezug auf g falle nach U, so ist $AU : UB = AV : VB = AX : BX$, d. h. XV ist senkrecht zu XU und daher ist der Schnittpunkt M von g mit der Geraden AB die Mitte von U, V. Die Punkte U, V teilen A, B harmonisch. Legt man den Kreis um M, der A, B harmonisch teilt, nimmt von AB die symmetrische Gerade in bezug auf g, so sind ihre Schnittpunkte mit dem Kreis um M Brennpunkte von gesuchten Parabelpaaren. Man hat folgende Konstruktion:

Von dem Schnittpunkt M der Geraden g mit AB legt man an den Kreis über AB als Durchmesser eine Tangente und beschreibt mit dieser Tangente als Radius um M als Mittelpunkt einen Kreis. Seine Schnittpunkte X, X' mit der symmetrischen Geraden von AB in bezug auf g sind Brennpunkte von gesuchten Parabelpaaren. Legt man um

A oder B als Mittelpunkt einen Kreis durch X, so sind die durch U gehenden Tangenten des Kreises die beiden Leitlinien des zu X gehörigen Parabelpaares. Der Gegenpunkt von X' in bezug auf g fällt nach V und daher ist das zugehörige Parabelpaar imaginär. Die Berührungspunkte der zwei zu X gehörigen Parabeln mit g werden gefunden, indem man in U die Senkrechten auf die beiden Leitlinien errichtet und mit g schneidet. Die zwei Parabeln haben noch zwei gemeinsame Punkte; sie liegen auf

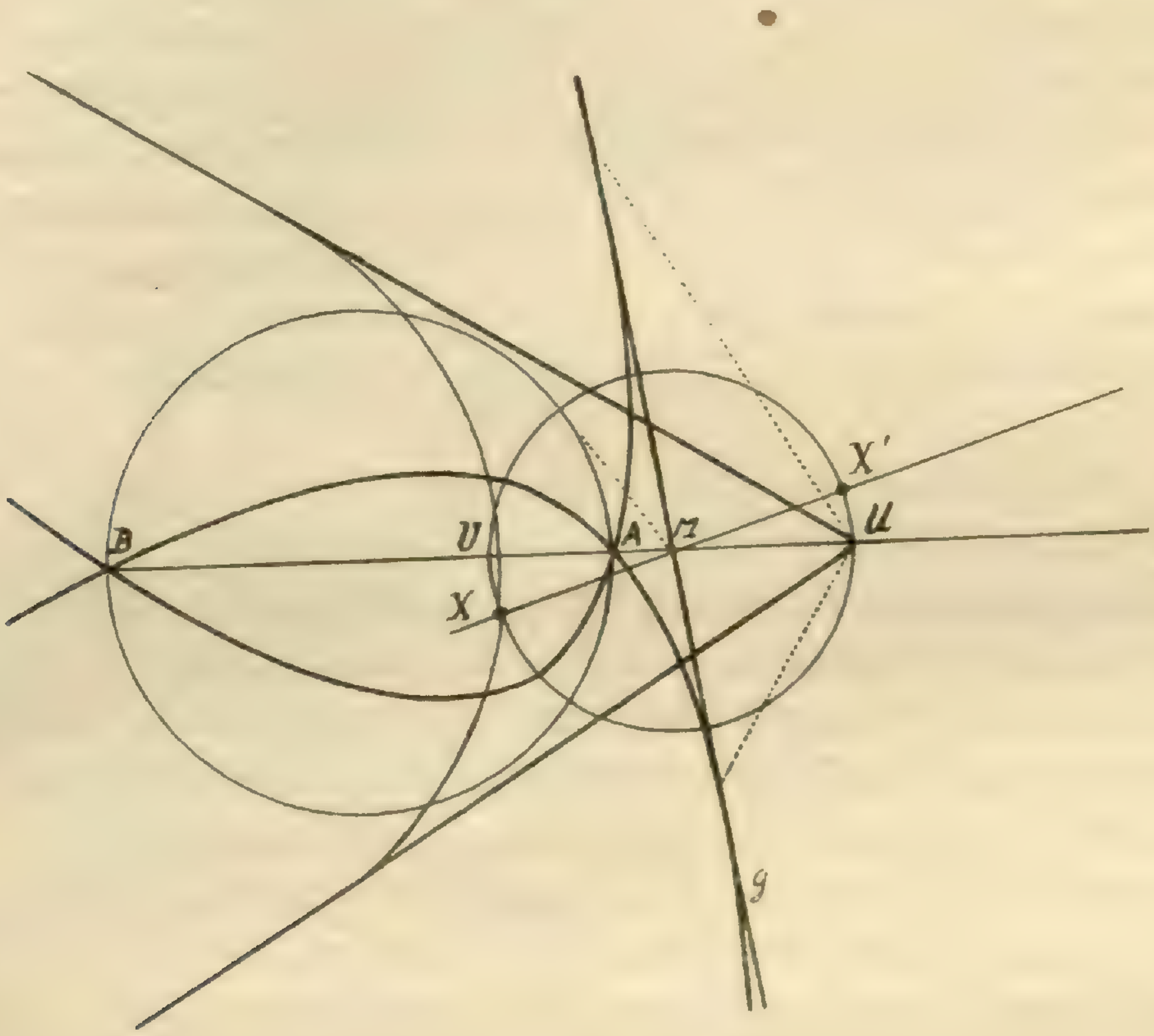


Abb. 4.

der Senkrechten durch U zu AB, weil die Senkrechte den Winkel zwischen den zwei Leitlinien halbiert. Die Konstruktion liefert zwei Parabelpaare, von denen eines imaginär ist; eigentlich gibt es sechs Parabelpaare, weil der Gegenpunkt von X in bezug auf g in jeden der sechs Schnittpunkte von den vier gemeinsamen Tangenten zweier Kreise hineinfallen kann. Diese andern Lösungen werden imaginär und sollen daher nicht weiter verfolgt werden.

Die Abbildung gibt noch zu einigen Bemerkungen Anlass. Wenn die Gerade g sich um den Punkt M auf AB dreht, so ist der Ort der Punkte X, X' ein Kreis mit dem Mittelpunkt M. Dreht man g um einen beliebigen Punkt P, so findet man den Ort der Punkte X, X', indem man um den jeweiligen Schnittpunkt M von g mit AB als

Mittelpunkt den Kreis legt, der A, B harmonisch trennt und diesen Kreis mit der symmetrischen Geraden von AB in bezug auf g schneidet. Dieser Ort ist von der fünften Ordnung, weil fünf seiner Punkte auf AB fallen, nämlich je einer nach A und B, weil von A und B je eine Gerade durch P geht; ein Punkt fällt ins Unendliche auf AB, weil für die Parallele durch P der Kreis aus der Mittelsenkrechten von AB und der unendlich fernen Geraden besteht; endlich fallen auf AB noch zwei Punkte, die entstehen, wenn man durch P die Senkrechte zu AB nimmt, indem dann die symmetrische Gerade von AB in bezug auf g mit AB zusammenfällt und zwei Schnittpunkte mit dem zugehörigen Kreis gibt. Es kann noch angefügt werden, dass die Enveloppe der symmetrischen Geraden von AB in bezug auf g der Kreis um P ist, welcher AB berührt; jede dieser symmetrischen Geraden hat nämlich von P denselben senkrechten Abstand wie AB. Bewegt sich g als Tangente einer Kurve k^{ter} Klasse, so lässt sich der Ort von X, X' auf dieselbe Art finden; er ist von der Ordnung $5\,k$. In A und B fallen je k Punkte des Ortes, weil von A, B je k Tangenten der Kurve k^{ter} Klasse ausgehen; der unendlich ferne Punkt von AB tritt $k$mal als Punkt des Ortes auf, weil k Tangenten der Kurve k^{ter} Klasse zu AB parallel laufen; ausserdem fallen noch $2\,k$ Punkte des Ortes auf AB, indem für die k auf AB senkrecht stehenden Tangenten die symmetrischen Geraden von AB in bezug auf die Tangenten mit AB zusammenfallen, und immer zwei Schnittpunkte mit dem zugehörigen Kreis auftreten. Im ganzen entstehen also auf AB $5\,k$ Schnittpunkte. Es kann noch hinzugefügt werden, dass die symmetrischen Geraden von AB in bezug auf die Tangenten der Kurve k^{ter} Klasse eine Kurve $2\,k^{\text{ter}}$ Klasse umhüllen; zieht man nämlich durch einen beliebigen Punkt Strahlen und halbiert die von ihnen und AB gebildeten Winkel, so umhüllen die Halbierungsgeraden eine Parabel, die mit der Kurve k^{ter} Klasse $2\,k$ Tangenten gemeinsam hat. Für die Enveloppe $2\,k^{\text{ter}}$ Klasse ist AB eine $k$fache Tangente, weil AB für jede auf AB senkrechte Tangente der Kurve k^{ter} Klasse als symmetrische Gerade zu sich selber auftritt.

Mitteilungen aus dem Geobotanischen Institut Rübel in Zürich.

Kritisch-systematische Notizen über einige Arten aus den Gattungen Onosma, Gnaphalium und Cerastium.

Von

Eduard Rübel und Josias Braun-Blanquet.

(Als Manuskript eingegangen am 12. Februar 1917.)

Das Herbarium des einen von uns (R.) enthält ausser den in der Schweiz und auf einer grösseren Reihe von Reisen selbstgesammelten Pflanzen unter anderm auch das grosse, an Exsikkatenwerken reiche, ehemalige Herbar von Gustav Müller (Basel). Bei der Durcharbeitung der Herbarbestände ergeben sich eine Reihe floristischer und systematischer Notizen, die von weiterem Interesse sind. Im folgenden seien einige systematische Studien mitgeteilt, die in diesem Herbar gemacht und durch Benützung anderer Zürcher Herbarien vervollständigt wurden.

Wertvolle Dienste leisteten uns insbesondere die Herbarien der beiden Hochschulen. Für das Entgegenkommen bei der Benützung der Sammlungen sei auch an dieser Stelle den Herren Museumsdirektoren Prof. Dr. Hans Schinz und Prof. Dr. C. Schröter, Konservator Prof. Dr. M. Rikli, sowie für mannigfache Auskunft Herrn Dr. A. Thellung der beste Dank ausgesprochen.

Abkürzungen:

hb. E. T. H. = Herbarium der Eidgenössisehen Technischen Hochschule in Zürich.
hb. Univ. Z. = Herbarium der Universität Zürich.
R. = Eduard Rübel.
Br.-Bl. = Josias Braun-Blanquet.

1. Zur Kenntnis der mitteleuropäischen Onosma-Arten.

Zu den vielgestaltigsten Formenkreisen der mittel- und südeuropäischen Flora gehört unzweifelhaft *Onosma echioides* L. sensu amplissimo. Je mehr sich die Zahl der neu beschriebenen kleinen Arten häuft, umso dringender wird das Bedürfnis nach einer gründ-

lichen monographischen Bearbeitung der ganzen, vorab in Westasien und dem Mittelmeerbecken reich entwickelten Gattung.

Die Ansichten über den systematischen Wert der einzelnen Formen gehen, wie das nicht anders zu erwarten ist, weit auseinander. Den extremsten Standpunkt nehmen die italienischen Floristen ein, die in Anlehnung an Fiori und Paoletti (Fl. Anal. d'Italia II, p. 364) *Onosma echioides* im linnéischen Sinn auffassen, welcher Art sie alle mitteleuropäischen Formen als Varietäten unterordnen. Solcherweise hätten wir mit nahezu einem halben Hundert recht verschiedenwertiger Varietäten zu rechnen, die zwei verschiedenen, im grossen und ganzen doch recht gut charakterisierbaren Sektionen (*Estellata* und *Stelligera*) angehören.

Im Gegensatz hiezu gehen die Vertreter der österreichischen Schule in der Artspaltung sehr weit, ohne indessen den natürlichen Verwandtschaftsbeziehungen der unterschiedenen Arten und ihrer Eingliederung ins System stets genügende Aufmerksamkeit zu schenken. Es muss freilich zugegeben werden, dass ein Überblick schwierig und nur an Hand reichlichen Vergleichsmaterials zu gewinnen ist.

Aus dem Chaos der als Arten beschriebenen europäischen *Onosmen* treten drei Gruppen oder Gesamtarten mehr oder weniger deutlich hervor, wovon sich zwei in ihrer Verbreitung auszuschliessen scheinen, während die dritte nicht nur für sich allein, sondern auch im Verbreitungsgebiet der zwei andern Arten, insbesondere der östlichen vorkommt.[1]) Diesen drei Gesamtarten lassen sich die zahlreichen Lokalrassen, welche die Artmerkmale in wechselner Kombination verkörpern, als Unterarten angliedern. Zwischenformen zwischen den Hauptarten, auch schon als Hybriden gedeutet, sind selten und dürften bei näherer Untersuchung auf Grund der gesamten morphologischen Unterscheidungsmerkmale unschwer bald der einen, bald der andern Hauptart untergeordnet werden können. So ist z. B. das nach Wettstein (in Kerner, Sched. Fl. exsicc. Austro-Hungar. Nr. 1413) zwischen *O. arenarium* und *O. echioides* stehende, zuerst für wahrscheinlich hybrid gehaltene *O. tridentinum* Wettstein eine Lokalrasse unseres *O. tauricum* Willdenow. Sie hat mit *O. tauricum* ssp. *delphinense* und ssp. *helveticum* enge Verwandtschaftsbeziehungen.

Als wichtigste Unterscheidungsmerkmale der drei Hauptarten bieten sich die Art der Bewurzelung, Wuchsform, Verzweigung, Längenverhältnisse der Antheren und Behaarung. Auf die Behaarung hat Schur (Enum. Tanssilv. 1866 p. 468) die zwei Sektionen *Estellata*

---

[1]) Als vierte Art ist das iberische *O. tricerospermum* Lagasca, verschieden durch grosse dreihörnige Teilfrüchte, anzuführen.

und *Stelligera* gegründet. Boissier (Fl. Orient. 4, p. 180, 1879) unterschied drei Sektionen gleichfalls nach der Behaarung (*Haplotricha, Heterotricha* und *Asterotricha*). Bei den Arten der *Estellata* sitzen die Borstenhaare der Blätter auf kahlen Höckern, bei den *Stelligera* (*Asterotricha* und *Heterotricha*) sind die Höcker am Grunde der Blattborsten, wenigstens im obern Teil der Pflanze an der Blattspitze und auf der Blattunterseite, von einfachen Haaren sternförmig besetzt. Obgleich die Trennung der Sektionen nicht absolut scharf durchgeführt werden kann, indem bei den *Stelligera* Formen mit teilweise verkahlenden Borstenhöckern und bei den *Estellata* solche mit vereinzelten schwach ausgebildeten Sternhaaren (besonders am Blattrand der untern Blätter) vorkommen, bleibt die Behaarung doch das durchgreifendste Merkmal zur Unterscheidung der Arten. Die wenigen in der Behaarung weniger scharf abgegrenzten Formen, die besonders in den Grenz- und Durchdringungsgebieten der beiden Sektionen anzutreffen sind, lassen sich nach ihren übrigen Merkmalen unschwer einreihen.

Ein gutes Merkmal zur Art-Unterscheidung bildet die Verzweigung des Blütenstandes. Bei *O. arenarium* ist sie ausgebreitet ästig, im Umriss pyramidal, *O. echioides* und *O. tauricum* hingegen haben fast durchgehends hochgabelig-wenigästige, nach dem Verblühen fast ebensträussige Blütenstände.

Auch die Längenverhältnisse der Antheren bleiben, unabhängig von der Blütengrösse, ziemlich konstant. So misst die Antherenlänge der grossblütigsten Formen von *O. tauricum* 7—8 mm (Blüten bis 29 mm lang), während sie bei dem kleinblütigsten *O. echioides* (*O. pyrenaicum*) immer noch 8 mm beträgt (Blüte ca. 16 mm lang). Dasselbe gilt für die Länge des Fruchtkelches. Hingegen bilden Blütengrösse und Zähnung der Antheren Merkmale von zweiter Ordnung, die zwar bei der Abgrenzung der Unterarten mit Gewinn herangezogen werden, aber für die Trennung der Arten von untergeordneter Bedeutung sind.

Gliederung der Arten.

A. Estellata Schur.

(*Haplotricha* Boiss.)

Onosma echioides L. Spec. plant. ed. II, p. 196 (1755) em. Gren. et Godr.; Boiss. Fl. Orient. 4, p. 181 (1879); Rouy Fl. d. France X, p. 301 (1908) p. p.; Coste Fl. ill. de la France II, p. 501 (1903) icon. non descr.

Ausdauernd, sterile Blattbüschel meist vorhanden. Stengel zu mehrern, niedrig, 10—30 cm, selten höher, gedrungen, reich und straff beblättert, wie die Blätter mehr oder weniger dicht abstehend borstenhaarig. Blätter lineallanzettlich, die untern keilig gegen den Grund verschmälert. Borsten auf kahlen, öfter fast fehlenden Höckern aufsitzend, die Blätter zwischen den Borstenhaaren öfter noch feinhaarig. Blütenstand sparrig, hochgabelig (durch Verkümmern des Haupttriebes). Wickel einfach, meist zu 2—3, fast gleich lang, zuletzt ebensträussig, bis zur Abzweigungsstelle dicht mit zahlreichen fast einseitswendigen Blüten besetzt und daher ohne (selten mit wenigen) Laubblättern. Behaarung des Blütenstandes gelblich bis intensiv strohgelb. Blütenkrone gelb, den Kelch überragend 20—23 mm lang (vergl. indes *O. pyrenaicum*), aussen kahl und mit feinen Höckerchen bedeckt. Antheren (8—) 9—10 mm lang, 2—3mal länger als der freie Teil der Staubfäden, am Rande etwas rauh. Fruchtkelch verlängert (15—) 18—25 mm lang, deutlich gestielt. Teilfrüchtchen graubraun, glatt, glänzend ± plötzlich in eine kurze und scharfe Spitze zusammengezogen, 3—4 mm lang.

O. echioides ist in verschiedenen, z. T. noch unbeschriebenen Rassen im westlichen Teil des Mittelmeerbeckens (Frankreich, Spanien, Nordafrika) verbreitet und stösst östlich bis in die Südwestschweiz vor (ssp. *vaudense*). Die Angaben aus Deutschland, Österreich-Ungarn und aus dem Balkan beruhen auf Verwechslung mit Formen von *O. arenarium*. Ob *O. echioides* L. em. Gr. Godr. in Italien vorkommt, ist sehr fraglich, uns kamen von dorther nur *O. tauricum* und *O. arenarium* zu Gesicht. Das von Koch (Syn. der deutschen und Schweizerflora) zu *echioides* gezogene *O. Visiani* Clem. (*O. calycinum* Stev.) unterscheidet sich u. a. schon durch kleinere Blüten und pyramidalen, reichverzweigten Blütenstand, *O. austriacum* Beck durch schlankern Wuchs, schwächere Blütenwickel mit kürzern, fast sitzenden Fruchtkelchen, kürzere Antheren (6—7 mm), die am Rande, namentlich oberwärts deutlich gezähnelt sind, durch längere Staubfäden, fast lineale Stengelblätter usw. *O. tricerospermum* Lag. (*O. setosum* auct. hisp. non Ledeb.) hat stärker verzweigte Infloreszenz, borstig-stachelige Behaarung und gehörnte Teilfrüchte.

Onosma echioides L. em. Gren. et Godr. als Gesamtart ist in Mitteleuropa vertreten durch die Unterarten:

ssp. ***vaudense*** (Gremli) Br.-Bl. Verh. Schweiz. Nat. Ges. 1916 II. p. 67 nom. sol.; *O. vaudense* Gremli Excurs. Fl. der Schweiz ed. II, p. 291 (1874); *O. helveticum* (H.) Borb. Boiss. var. *vaudense* (Grml.) Borb., Schinz u. Keller Fl. d. Schweiz II. Aufl. 2, p. 180 (1905); *O. echioides* Gaud. Fl. Helv. II, app. p. 605 (1828) et Syn. Fl. Helv. p. 146 (1846);

O. echioides var. *helvetica* DC. Prodr. X, p. 62 (1846) quo ad planta aquileiensis.

Ausdauernd, mit zahlreichen dürren Blättern am Stengelgrund. Sterile Blattbüschel meist vorhanden. Stengel schlank 20—40 cm hoch, nur an der Spitze 2—4gabelig. Blütenstand reichblütig, ebensträussig, von gelblichen Borstenhaaren zottig. Beblätterung lockerer und weicher als bei der folgenden Unterart. Stengelblätter aufrecht abstehend oder etwas zurückgebogen, wie der Stengel von zahlreichen abstehenden oder locker anliegenden Borstenhaaren rauh, die untern verlängert keilig, gegen den Grund verschmälert. Borstenhaare auf kahlen Höckern aufsitzend (die untern Stengelblätter tragen ab und zu einzelne kurzborstige Höcker). Blütenkrone 19—22 mm lang, aussen kahl. Antheren ca. 8 mm, 1 1/2—2mal so lang als die Staubfäden, am Rande glatt oder nur oberwärts etwas rauh.

Nur im obern Rhonetal. Zahlreich besonders am Hügel „le Tombey“ zwischen Aigle und Ollon (bot. plur.). Schon Haller erwähnt diesen Standort für sein *Symphytum foliis lingulatis hispidis (Onosma)* (Hist. stirp. indigen. Helv., p. 267, 1768). Ferner bei Ram (Sierre) coll. Kiener sub. nom. *O. echioides* L. (hb. Univ. Z.), zwischen Bramois und Nax (Christ in Gremli, Neue Beitr. zur Schweizerfl. III, p. 22, 1883).

ssp. ***fastigiatum*** Br.-Bl. nov. subspec.; *O. fastigiatum* Br.-Bl. Msk. Fl. cebennensis; *O. echioides* Gren. et Godr. Fl. de France II, p. 517 (1850) et auct. gall. pro max. parte; Coste Fl. ill. de la France II, p. 501 icon. (1903).

Radix valida perennis. Caules 10—30 (—35) cm alti, racemo bifido-quadrifido terminali-fastigiato. Foliis lineari-lanceolatis, strigoso-asperis, tuberculis setarum glaberrimis. Corolla pallide-ochroleuca 20—23 mm longa, extus glabra. Antheris longis (9—10 mm), filamento 2—3plo longioribus, margine scabris.

Unterscheidet sich von ssp. *raudense* durch den gedrungen-sparrigen und niedrigen Wuchs, die stechend-borstigen Blätter, das völlige Fehlen von Haaren auf den Borstenhöckern der Blätter, die meist intensiv strohgelbe Behaarung des Blütenstandes, die längern Antheren, die 2—3mal länger sind als der freie Teil der Staubfäden.

Von *Onosma arenarium*, mit dem es öfters verwechselt wurde, ist es durch Wuchsform, Verästelung und Form des Blütenstandes, dann auch durch Blütengrösse, Antherenlänge usw. ohne weiteres zu unterscheiden.

Ändert ab:

var. ***catalaunicum*** Sennen, Plantes d'Espagne Nr. 327.

Behaarung straffer abstehend, dicht, stechend-borstig. Blüten und Fruchtkelch kleiner, letzterer 20 mm nicht erreichend.

Catalonien: Llers, Escaulas, Pont de Molins (Sennen in hb. R.), Sagaró coteaux secs 290 m (Vareyda in hb. E. T. H. et in hb. Univ. Z.).

Die Verbreitung der Unterart erstreckt sich von Zentral- durch Südfrankreich bis Spanien. Namentlich verbreitet ist sie auf den kahlen, steppenartigen Kalkplateaux der Causses.

Im Gegensatz zu *O. arenarium*, das kalkarme Sandböden bevorzugt, scheint *O. fastigiatum* kalkstet. Es wächst im trockenen Weiderasen, an magern flachgründigen Stellen, insbesondere im Xero-Brometum erecti.

Wir sahen Exemplare von folgenden Standorten: Lozère: Mende (ex hb. Favrat in hb. E. T. H.), Causse d'Ayres 800—900 m (Br.), Vallée de la Jonte à Gatuzières, Salvinsac, Meyrueis 750—900 m (Br.), Aveyron: Millau, coteaux calcaires (Fourès in hb. R.), Causse du Larzac 700—800 m (Br.), Gard: Causse de Blandas an mehrern Stellen 700—800 m (Br.).

ssp. ***pyrenaicum*** Br.-Bl. nov. subspec.; *O. pyrenaicum* Timbal-Lagr. in schedis.

Radix? Caulis 15—20 cm altus, viridis, simplex vel bifidus, racemo paucifloro. Flores 16—17 mm long., extus glabri, antheris 7,5—8,5 mm. Folia lanceolata margine non revoluta viridia. Setae breves, sparsae; tuberculi obsoleti.

Unterscheidet sich von ssp. *fastigiatum* hauptsächlich durch den schmächtigen Wuchs, geringe Verzweigung, Armblütigkeit, verkahlende Infloreszenz, relativ kleine Blüten und kürzere Antheren, sodann durch breiter lanzettliche, am Rande steifborstige, auf den Flächen kahle Kelchzipfel und durch die lockere, kurzborstige, fast ganz auf Stengel, Blattrand und Mittelnerv beschränkte Behaarung, die der Pflanze ein frischer grünes Aussehen verleiht. Die Höcker am Grunde der Blattborsten sind sehr schwach entwickelt, fast fehlend.

Bisher nur aus den spanischen Pyrenäen bekannt: Jaca (Aragonien, ex hb. Favrat in hb. E. T. H.).

Onosma arenarium Waldst. et Kit. Plant. rar. Hung. III, p. 308 (1812); *O. echioides* var. *α*. L. Spec. plant. ed. 1, p. 137 (1753); Gren. et Godr. Fl. de France II, p. 517 (1850); *O. echioides δ arenaria* DC. Prodr. X, p. 62 (1846).

Zweijährig, Stengel meist einzeln, kräftig, gerade aufrecht, bis über 50 cm, in der obern Hälfte und oft schon von unten an reich verzweigt. Alle oder doch die untern Äste unter den Blütenwickeln reichlich beblättert. Blütenstand im Umriss pyramidal, dicht weisslich-,

hellgrau- oder gelblich-steifhaarig. Stengel dicht beblättert, Blätter lineallanzett, weicher als bei *O. echioides*, anliegend oder etwas abstehend borstenhaarig. Borsten auf kahlen, öfter fast fehlenden Höckern sitzend. Blütenkrone mittelgross, 12—16 (selten bis 23) mm lang, aussen kahl oder behaart. Antheren 5—7 mm lang, am Rande völlig kahl (ssp. *Visiani*) bis deutlich gezähnelt (ssp. *pennimum*), so lang oder etwas länger als der freie Teil der Staubfäden. Fruchtkelch mittelgross, 15—17 (—19) mm, kurz gestielt. Teilfrüchte graubraun, glatt, glänzend, 3—4 mm lang, zugespitzt.

Ost- und Südostfrankreich, wärmere Alpentäler, Süddeutschland, Norditalien, Österreich-Ungarn, Balkan, Südrussland. Für Nordspanien fraglich.

ssp. ***pyramidatum*** Br.-Bl. nov. subspec.; *O. pyramidatum* olim in schedis; *O. arenarium* auct. germ.; *O. arenarium α typicum* Beck Fl., NÖ. II, p. 974 (1903).

Bienne, caulibus erectis ramosissimis, inflorescentia pyramidali. Racemi laterali basi foliosi. Folia lineari- lanceolata, breviter acuminata adpresse hirsuta, tuberculis setiferis margine glabris. Flores 12—15 (—18) mm long., corolla glabra. Antherae superne denticulatae 5—7 mm long., filamentum aequantes.

Die in Deutschland allein vorkommende Form. Zeichnet sich namentlich aus durch schwächere, weniger stechende Behaarung, breit pyramidalen, stark verzweigten Blütenstand und relativ kleine Blüten.

Südwestdeutschland, auf Sandfeldern und in sandigen Kiefernwaldungen der weitern Umgebung von Mainz (bot. plur. in hb. R., hb. E. T. H., hb. Univ. Z.). Südostfrankreich, im Département de l'Ain: Balan, sables arides de l'ancien lit du Rhône (Minot in hb. E. T. H.), Meximieux (Piau in hb. Univ. Z.). Département de l'Isère: Verna, terrains sablonneux (l'abbé Boullu sub. nom. *O. echioides* Soc. dauphin., 1879, Nr. 2188, hb. Univ. Z.). Österreich-Ungarn.

Ändert ab:

var. ***Reverchoni*** Br.-Bl. nov. var.

Differt a ssp. pyramidatum floribus majoribus 16—17 mm longis, corolla extus puberula.

Entre Aiguille et le Château (Queyras, Hautes Alpes) ou elle semble très rare (Reverchon in hb. Univ. Z.).

var. ***elegantissimum*** Br.-Bl. nov. var.

Differt a ssp. pyramidatum caule elato, erecto ± 50 cm alto elegante, foliis obtusiusculis hispidissimis, calyce adpresse flavido setoso, floribus 17—18 mm long. (extus glabris).

Die Pflanze der gefestigten Sanddünen an der Mittelmeerküste. Aiguesmortes (Neyra in hb. Br.), westlich Grau du Roi im Dünensand unter angepflanzten Pinien (Br.) und wohl noch weiterhin.

Von der vorigen var., der sie nahesteht durch die vorn abgerundeten, abstehend steifborstigen Blätter und die aussen kahle Blumenkrone verschieden.

ssp. ***penninum*** Br.-Bl. nov. subspec.; *O. penninum* Br.-Bl. in schedis; *O. helveticum* F. O. Wolf, Plantes du Simplon sched.

Hispidum, foliis lineari-lanceolatis hispidis, tuberculis setiferis glabris. Caulis elatus (25—50 cm) superne ramosus, ramusculis paucefoliatis. Inflorescentia racemoso-subpyramidata, racemis 3—8, basi paucefoliatis. Bracteae ovato-cordatae, subamplexicaules, acutae. Flores 20—24 mm long., extus puberuli. Antherae 7—8 mm long., margine denticulatae.

Auffallende Pflanze der *Arenaria*-Gruppe, die in einigen Punkten etwas gegen das gleichfalls im Wallis vorkommende *O. echioides* ssp. *raudense* neigt, von ihm aber durch Wuchsform, Verzweigung des Blütenstandes, völliges Fehlen der Borstenhöcker am Rande der untern Blätter, deutlich gezähnte Antheren und an der Basis verbreiterte, fast herzförmige, plötzlich in die ziemlich scharfe Spitze zusammengezogenen Brakteen abweicht. Von ssp. *pyramidatum* unterscheidet es sich durch den nur in der obern Hälfte verzweigten Stengel, mehr abgerundeten statt pyramidalen Blütenstand (die gipfelständigen Wickel entfalten sich vor den untern), durch grössere Blütenkrone, die fast die doppelte Länge erreicht und aussen feinflaumig ist, ferner durch längere, am Rande deutlich gezähnelte Antheren.

Bisher bloss von drei Standorten aus dem Wallis und von einem Standort aus dem piemontesischen Valle di Vedro bekannt. Wir sahen Exemplare von folgenden Standorten: Vor Stalden am Ufer der Visp, steinige sonnige Hänge (G. Müller in hb. R.), bei Visp (Knetsch in hb. Univ. Z.), sonnige Berghänge oberhalb Visp 850 m (A. Keller in hb. E. T. H.), Varzo am Südfuss des Simplon (F. O. Wolf in hb. R.).

Weitere Unterarten und Varietäten bietet die pannonisch-pontische Flora, doch erheischt ihr Studium eingehendere Vorarbeiten, als sie uns z. Z. in Zürich möglich waren. Wir müssen uns begnügen, die in der österreichischen Nachbarflora von Fritsch (Exkursionsfl. von Österreich, 1909, p. 498—499) angeführten Arten, die unserer Ansicht nach in den Verwandtschaftskreis von *O. arenarium* gehören, dem Namen nach zu erwähnen.

Onosma Visiani Clem. Atti 3. Riun. sc. Ital. Firenze p. 519 (1852) (*O. arenarium* W. et K. ssp. *Visiani* Br-Bl. in sched.) zeichnet sich aus durch kahle Antheren, aussen feinhehaarte Blumenkrone, dichte weissliche, steife, fast stechende Borsten-Behaarung der ganzen Pflanze und kräftige, tief herabreichende Verweigung.

Onosma lingulatum (Freyn) Fritsch, Exkursionsfl., p. 461 (1897), *O. arenarium* W. et K. var. *lingulatum* Freyn in Abh. zool.-bot. Ges. Wien XXVII, p. 381 (1877) hat einen oberhalb der Mitte ästigen Stengel, am Rande feingesägte Antheren, die dreimal so lang sind als der freie Teil der Staubfäden, und kurzgestielten Fruchtkelch.

Das von Beck in Verh. zool.-bot. Ges. Wien XLI, p. 64 (1891) zugleich als Art und als Varietät aufgestellte, später (Fl. NÖ. II, p. 974, 1893) als Varietät zu *O. arenarium* gezogene *O. austriacum* Beck ist eine dem *O. pseudoarenarium* Schur (incl. *transsilvanicum* Schur) nahestehende, aber durch grössere Blüten und schwächere Verzweigung ausgezeichnete Form, deren Charaktere nahezu die Mitte zwischen *O. arenarium* und *O. tauricum* halten. Sie besitzt gabelästige Verzweigung (2—5 Äste), grosse Blütenkrone (ca. 19—23 mm lang), 6—7 mm lange, oberwärts gezähnelte Antheren, fast lineale, vorn stumpfe, abgerundete Stengelblätter und ziemlich zahlreiche sternhaarige Borstenhöcker. Auf Grund dieses Merkmals namentlich halten wir dafür, dass sie als Unterart zu *O. tauricum* zu ziehen ist.

Stelligera Schur.

(*Asterotricha et Heterotricha* Boiss.)

Onosma tauricum Willdenow in Beitr. z. Kenntn. ein. selt. wenig bek. Pfl., Ges. Nat. Freunde, Berliner Schriften II, p. 122 (1799); DC. Prodr. X, p. 59 (1846); *O. stellulatum* Wadst. et Kit. Plant. rar. Hung., p. 189 (1805); Koch Syn. ed. 3, III, p. 1995 (1907); *O. montanum* Sibth. et Smith, Fl. Graeca prodr. I, p. 121 (1806); *O. echioides* Wettst. Fl. Exsicc. Austr.-Hung. Nr. 1411 non L.

Als Name für die Gesamtart der mitteleuropäischen *Stelligera*, die sich in eine Reihe lokaler Rassen (Unterarten) zerspaltet, gebührt dem Willdenowschen *O. tauricum* die Priorität. *O. stellulatum* ist sechs Jahre jünger, *O. tauricum* Palla (in Nov. Act. Petrop. X, p. 306 (1792) **als nomen nudum zu verwerfen.**

Da die im übrigen recht ausführliche Beschreibung Willdenows über die Art der Behaarung seines *O. tauricum* nichts aussagt, wandten wir uns um Auskunft hierüber an Herrn Prof. Dr. L. Diels, der so freundlich war, uns vom Original Willdenows (im hb. des Bot. Museums zu Berlin) ein Stückchen Blattprobe zukommen zu lassen. Es geht daraus mit Bestimmtheit hervor, dass wir es mit einer dicht

sternhaarigen Pflanze aus dem Verwandtschaftskreis des *O. stellulatum* W. et K. zu tun haben.

Onosma cinereum Schreber (in Nov. Act. Cur. III, p. 474 (1767), von Béguinot in sched. Fl. Ital. exsicc. p. 418 Nr. 939 mit *O. stellulatum* W. et K. identifiziert, kann als Name für unsere Pflanze nicht in Frage kommen, da Schreber ausdrücklich die purpurne Farbe der Blütenkrone hervorhebt: „*corolla infundibuliformis, fauce pervia radiis destituta, purpurea*“. Dieser Umstand, verbunden mit ihrem Vorkommen (Schreber gibt an „hab. in Oriente“), macht es höchst wahrscheinlich, dass es sich hier um eine rotblühende Art aus der Verwandtschaft des *O. albo-roseum* Fisch. et Mey. handelt. Auch Kew Index zitiert irrtümlich: *O. cinereum* Schreb. = *O. stellulatum*.

Wettstein (in sched. Fl. exsicc. Austro-Hung. Nr. 1411) bringt für das sternhaarige Onosma des österreichischen Küstenlandes und Dalmatiens (*O. tauricum* Willd, *O. stellulatum* W. et K.) in erster Linie auf die vorlinneischen Synonyme gestützt, den Namen *O. echioides* L. *α*) Spec. plant. in Anwendung. Abgesehen davon, dass die genannten Synonyme nicht eindeutig sind, stimmen auch die Verbreitungsangaben, die Linné für sein *O. echioides* gibt, durchaus nicht mit der Wettsteinschen Angabe überein. Sie beziehen sich nämlich sowohl auf die Schweiz, woher drei Arten bekannt sind, als auf Italien, wo *O. arenarium* und *O. tauricum* vorkommen, als auch auf „Gallia, Pannonia et Austria“, Länder, denen *O. echioides* Wettst. durchwegs fehlt. Wir halten *O. echioides* L. *α* und *β* für ungenügend charakterisierte Sammelspezies. Wenn wir trotzdem den Namen aufrecht erhalten, so geschieht dies einmal, weil im westlichen Mittelmeergebiet (wo die sternhaarige Pflanze fehlt) seit Linné der Name *O. echioides* für eine ganz bestimmte Pflanze (unsere *O. echioides*) gebraucht wird, sodann weil auch die osteuropäischen Systematiker im linneischen Typus zuerst die nicht sternhaarige Pflanze erblickten, wovon sie die sternhaarige als neue Art abtrennten (*O. tauricum* Willd., *O. stellulatum* W. et K.). Linné, der in regem Briefwechsel mit den südfranzösischen Botanikern Séguier und Gouan stand und durch sie die Pflanzen ihrer Heimat zugesandt erhielt, kann mit seiner Angabe „Gallia“ nur unsere *O. echioides*, im besten Falle etwa noch *O. arenarium* var. gemeint haben, doch ist *O. arenarium* nicht ausdauernd, wie Linné von seiner *O. echioides α* sagt.

Onosma tauricum Willd. als Gesamtart lässt sich folgendermassen umschreiben. Ausdauernd, oft am Grunde verholzt und stets mit sterilen Blattbüscheln. Stengel aufrecht oder niederliegend-aufsteigend, reich und meist anliegend beblättert, schlank, im obern Teile verzweigt oder fast einfach und hochgabelig. Blätter schmallineal bis

lineallanzett, dicht borstig, graugrün. Borsten auf sternförmig behaarten, selten teilweise verkahlenden kreisrunden Scheiben oder Höckern aufsitzend. Hochblätter aus eiförmigem Grunde lanzett. Blütengrösse sehr verschieden, Krone 12—29 mm lang, trichterförmig, öfter etwas bauchig, aussen feinflaumig bis dicht kurzhaarig. Antheren am Rande schwach gezähnelt oder rauh, 5—7 (—8) mm lang, so lang bis doppelt so lang als der freie Teil der Staubfäden. Fruchtkelch kurz (8—15 mm lang), dicht borstig behaart, fast sitzend. Teilfrüchte grauweiss, glatt, glänzend, 3—4 mm lang, spitz.

Pontisch-ostmediterrane Art, die namentlich auf dem Balkan in einer grossen Zahl von Lokalrassen verbreitet ist. Ihre Westgrenze scheint sie in den westlichen Alpentälern zu finden. Spanische Pyrenäen?

In Mitteleuropa bleibt die Art fast ganz auf die Föhrenregion einiger Zentralalpentäler mit kontinentalem Klima beschränkt, Gebiete, die noch während der letzten Eiszeit (Würm) stark vergletschert waren. Die Einwanderung muss hier also postglazial stattgefunden haben. Dass diese Einwanderung aber schon frühzeitig, wohl bald nach dem definitiven Eisfreiwerden erfolgt ist, lässt sich aus den Lokalrassen schliessen, die sich in den verschiedenen Alpenbezirken postglazial herausgebildet haben.[1])

Hieher gehören:

ssp. ***tridentinum*** (Wettst.) Br.-Bl. comb. nov.; *O. tridentinum* Wettstein in Kerner sched. Fl. exsicc. Austro-Hung., p. 64, Nr. 1413 (1886) und in Verh. zool. bot. Ges. Wien, XXXVI, Sitz.-Ber., p. 29 (1886); *O. echioides* auct. tir.; *O. stellulatum* auct. tir.; *O. arenarium* auct. tir.; *O. echioides* var. *longifolium* Murr in Mag. Bot. Lapok V, p. 270 (1906); *O. echioides* var. *helveticum* Béguinot non DC. in sched. Fl. Ital. exsicc., p. 418, Nr. 938 (1908).

Ausdauernd, am Grunde verholzt. Stengel schlank 25—40 cm, oberwärts verästelt. Blütenstand an normalen Exemplaren 3—8 wickelig, schwach pyramidal oder hochgabelig. Blütenkrone mittelgross, 18—20 mm lang, aussen schwach flaumig. Antheren deutlich rauh, zweimal so lang als die Staubfäden. Blüten kurz gestielt (2—4 mm). Blätter lineallanzett, untere keilig, von mehr oder weniger abstehenden Borsten dicht bedeckt. Höcker am Grunde der Blattborsten meist schwach entwickelt, graugrünlich, sternhaarig, selten verkahlend. Ganze Pflanzen hell-graugrün.

---

[1]) Vergl. Braun-Blanquet, Die Föhrenregion der Zentralalpentäler, Verh. Schweiz. Nat. Ges., 98. Jahresvers. 1916.

Verbreitet im Etschgebiet namentlich in Südtirol, vom mittlern Vinschgau an abwärts bis zum Gardasee. Im Eisacktale noch bei Brixen (Kurz in hb. R. sub. nom. *O. stellulatum*). Provinz Verona.

ssp. ***helveticum*** (Boiss.) Br.-Bl. comb. nov.; *O. helveticum* Boissier in Diagn. Plant. orient. nov. ser. II, p. 111 (1849) quo ad planta valesiaca excl. syn DC.; *O. montanum* Gaudin Fl. Helv. II, p. 38 (1828) non Sibth. et Sm.; *O. stellulatum* auct. helv.

Boissier fasst unter dem Namen *O. helveticum* die Pflanzen des Wallis und der Maurienne zusammen und gibt ferner als Synonym *O. echioides* var. *helveticum* DC. Prodr., ein Kollektivname für *O. echioides* ssp. *vaudense* (sec. loc. cit.: inter Aigle et Ollon), *O. tauricum* ssp. *cinerascens* (sec. loc. cit.: monte Crammont prope Mont Blanc meridiem versus) und wahrscheinlich noch eine andere westalpine Form. Im Gegensatz hiezu schränken wir den Begriff ssp. *helveticum* auf die Walliser Pflanze ein, von der sowohl *O. echioides* ssp. *vaudense*, als die übrigen oberwähnten Formen verschieden sind. Ob in der Maurienne die echte ssp. *helveticum* oder aber eine Parallelrasse vorkommt, können wir vorläufig noch nicht entscheiden.

Folgende Diagnose ist auf Grund des reichen Materials der Zürcher Herbarien ausgearbeitet:

Ausdauernd, Stengel zu mehrern aus der dicken verholzten Grundachse entspringend, aufrecht, 20—50 cm hoch, dicht anliegend beblättert, nur an der Spitze gabelig verzweigt, 2—3 (—4) wickelig. Blütenstand dicht weiss oder gelblich borstenhaarig. Blätter straff, brüchig, dicht und etwas anliegend borstenhaarig, ganze Pflanze graugrün. Runde Höcker am Grunde der Blattborsten meist deutlich entwickelt, dicht sternförmig behaart, selten teilweise verkahlend. Zwischen den Borstenhaaren noch zahlreiche feine Kurzhaare. Blüten gross, 20—24 mm lang (meist 23 mm), aussen feinbehaart. Antheren 6,5—8 mm lang, 1½ bis 2 mal so lang als der freie Teil der Staubfäden, am Rande rauh. Fruchtkelch fast sitzend, 12—16 mm lang. Teilfrüchte glatt, glänzend, ca. 4 mm lang.

Der Föhrenregion des Walliser Talbeckens und seiner Nebentäler eigentümlich. Charakterpflanze der *Festuca vallesiaca*-Assoziation.

Wir sahen Exemplare von folgenden Standorten:

Umgebung von Fully und Saillon (bot. plur.), Martigny (bot. plur.), La Bâtiaz près Martigny (bot. plur.), sur Ardon (F. O. Wolf in hb. R.), über Ardon nach Isières 550—600 m (Knetsch in hb. Univ. Z.), Montorge près de Sion (C. Schröter und F. O. Wolf in hb. E. T. H.), vallée d'Isérables über Riddes 570 m (Knetsch in hb. Univ. Z.), entre Vex et les pyramides d'Enseigne (Vetter in hb. Univ. Z.), Nicolaital ca. 1000 m (hb. E. T. H.), Erbioz-Mage, V. d'Hérens 1200 m

(Frey in hb. Univ. Z.), unterhalb Praz Jean im Eringertal 1300 m (C. Schröter in hb. E. T. H.).

Gehört nebst einigen Hieracien aus der Verwandtschaft des *Hieracium pictum* und *Clypeola Gaudini* mit zu den bezeichnendsten Neoendemismen der Walliser Föhrenregion.

ssp. ***cinerascens*** Br.-Bl. nov. ssp.; *O. cinerascens* olim in schedis; *O. stellulatum* et *O. echioides* auct. valdost.

Suffrutescens, caulibus ascendentibus vel procumbentibus 10—30 cm. long., simplicibus, defloratis furcatis. Racemus bifidus vel trifidus pauciflorus. Folia brevia, linearia, margine revoluta, strigosa, dense tuberculata tuberculis stellatim piloso-asperis. Tota planta hispida cinerea. Flores (15—) 16—18 (—23) mm long. extus dense puberuli, nuculae 2—3 mm l. apice acuminatae.

Extrem xerophile Parallelrasse zur ssp. *helveticum*, die sie im Aostatal zu vertreten scheint. Sie unterscheidet sich von derselben durch schmächtigern, niedrigern Wuchs, am Grunde niederliegend-aufsteigende, stärker verholzte Stengel, kürzere, schmälere, am Rande stärker umgerollte Blätter, die mit dichtstehenden, einander fast berührenden weissen Borstenhöckern bedeckt sind und der ganzen Pflanze im Verein mit der Behaarung ein weissgraues Aussehen verleihen (ssp. *helveticum* ist graugrün). Ferner durch verkürzte, armblütige Wickel, etwas kleinern ungestielten Fruchtkelch, kleinere (meist nur 16—18 mm lange), aussen dichtbehaarte Krone, kleinere, zugespitzte Teilfrüchte.

Bisher nur aus der Föhrenregion des Aostatals bekannt. Wir sahen Exemplare von folgenden Standorten: La Sarraz bei Aymaville 600 m (M. Rikli und F. O. Wolf in hb. E. T. H. und hb. Univ. Z. sub nom. *O. echioides*), zwischen Sarre und St. Pierre (Knetsch in hb. Univ. Z. sub. nom. *O. helveticum*), zwischen St. Vincent und Col de Jou ca. 900 m (derselbe), Val Savaranche bei Chevrère 1120 m (derselbe), hoch über d. Grand Eyrie, linkes Ufer, vallée de Cogne zwischen Pt. d'El und Villanova an Weinbergen (derselbe).

ssp. ***delphinense*** Br.-Bl. nov. ssp.; *O. delphinense* olim in schedis; *O. stellulatum* auct. gall. p. p.

Caules erecti 30—35 cm alti, superne ramosi, racemi 3—6. Folia virescentia, lineari-lanceolata, paullum revoluta, hispida setis ± adpressis sparsis. Tuberculis setiferis obsoletis virescentibus basi breviter et parce stellato-pilosis. Flores 20—23 mm long. extus puberuli. Antherae margine scabrae filamento sesquilongiores.

Von ssp. *cinerascens* und ssp. *helveticum* durch den mehrwickligen schwach pyramidalen Blütenstand, die schwächere Behaarung und die fast fehlenden, locker und schwach sternförmig behaarten, grünlichen

Borstenhöcker der Blätter verschieden. Aussehen der Pflanze mehr grünlich. Steht der ssp. *tridentinum* am nächsten, deren Verzweigung sie besitzt, unterscheidet sich indessen von ihr durch weichere Blattkonsistenz, weichere, lockerere Behaarung und schwach entwickelte Borstenhöcker, sodann durch die grössere Blütenkrone (21—23 mm statt 18—20 mm) und den feinhaarigen Überzug der Krone.

Die Verbreitung dieser Unterart ist noch genauer festzustellen. Wir sahen gute Exemplare aus dem Tale des Drac: Mayres près la Mure (Isère) 800 m (Bernard in hb. Univ. Z.).

Ob die aus dem obern Durancetal angegebene sternhaarige Pflanze hieher gehört oder eine selbständige Unterart darstellt, konnten wir aus Mangel an Material nicht entscheiden.

2. Zur Kenntnis der europäischen Gnaphalium-Arten Sektionen Gamochaeta Rouy und Homalotheca Endlicher.

Die mitteleuropäische Flora zählt vier Arten dieser Sektionen, vier weitere sind aus den südeuropäischen Halbinseln bekannt. Sie alle sind, mit Ausnahme von *Gnaphalium silvaticum* auf die höhern Gebirge beschränkt. Über das Artrecht der einen und andern Art tauchen neuerdings mehrfach Zweifel auf (vergl. z. B. Schinz und Keller, Fl. d. Schweiz III. Aufl., p. 549; Rouy, Fl. d. France VIII, p. 986; Fiori und Paoletti, Fl. Anal. Ital. III, 2. Abt. p. 279 u. a.). Es mag daher angezeigt erscheinen, die ganze Gruppe einer Kritik zu unterziehen.

Oft verwechselt werden namentlich *Gnaphalium norvegicum* und *Gnaphalium silvaticum,* aber auch *Gnaphalium Hoppeanum* findet sich in den Herbarien vielfach falsch bestimmt. Die Ursache liegt weniger in der schwierigen Unterscheidung der Arten, als vielmehr an der ungenügenden Kenntnis der entscheidenden Artmerkmale.

Gnaphalium norvegicum Gunnerus ist von *Gnaphalium silvaticum* L. verschieden durch den zierlichen, weniger rutenförmig straffen Wuchs, die schwächere und entfernte (nicht dicht fast dachig anliegende) Beblätterung des Stengels, die abstehenden oder etwas zurückgebogenen, bis 1,2 cm breiten, mehr oder weniger deutlich dreinervigen Stengelblätter. Die mittleren Stengelblätter sind länger (bis doppelt so lang) als die Grundblätter und stark keilig in den breitgeflügelten Stiel verschmälert, während sie bei *G. silvaticum* lineallanzettlich und stiellos sind. Köpfchenähre verkürzt, die halbe Stengellänge nicht erreichend, Hochblätter nur im untern Teil der Ähre deutlich entwickelt, die untersten laubblattartig, oft die Ährenspitze erreichend

oder überragend. Blütenköpfchen braun, etwas grösser als bei *G. silvaticum*, meist 6 statt 5 mm lang. Hüllblätter breit dunkelbraun berandet, auch die innern weder silberweiss noch blassrosa gefärbt (bei *G. silvaticum* sind sie rötlich oder silbern berandet, Lupe!). Stengel aufrecht, einzeln, bei *G. silvaticum* entspringen sie oft zu zweien oder mehrern aus dem Wurzelstock.

Reduzierte Jugendformen von *G. silvaticum* var. *pumilum* unterscheiden sich abgesehen von den schmälern obern Stengelblättern, die den Blütenstand nicht überragen, auch durch die fast durchweg deutliche Rosafärbung der innern Köpfchenhüllblätter.

Gnaphalium Hoppeanum Koch kommt in den analytischen Floren zumeist neben *G. norvegicum* zu stehen. Einzelne Floren, wie z. B. Garcke, Fl. v. Deutschland 20. Aufl., bearb. v. Niedenzu, gehen soweit, *G. Hoppeanum* als Hochalpenform dem *G. norvegicum* einfach unterzuordnen.

Hiezu ist zu bemerken, dass in den Alpen die eine Art kaum höher ansteigt als die andere. Beide Arten wachsen öfter nebeneinander, *Hoppeanum* auf Kalk, *norvegicum* auf kalkarmen Humusböden. Übergänge oder Zwischenformen sind uns weder in der Natur, noch in den Herbarien vorgekommen.

G. Hoppeanum unterscheidet sich von *G. norvegicum* stets durch den rasigen Wuchs (Stengel 1—15 cm hoch, die sterilen Laubblatttriebe nicht oder nur wenig überragend), durch die feinen, fädlich gewundenen Stengel mit bloss 2—4 schmalen lineallanzettlichen, einnervigen Blättchen, die ovale oder kugelige, verkürzte, meist nikkende Köpfchenähre, die geringe Anzahl der Blütenköpfchen (nur 3—8, selten mehr) und durch die dicht wollige Behaarung der ganzen Pflanze. Dagegen sind die Unterschiede in der Fruchtform (unter der Lupe) verschwindend gering.

Von *G. supinum*, dem es am nächsten steht, unterscheidet sich *G. Hoppeanum* durch die dunkelbraunen, dachigen, vorn abgerundeten, nicht spitzen Köpfchenhüllblätter, deren äusserste nur $^1/_3$—$^1/_2$ so lang sind als die innern (bei *supinum* sind sie meist $^2/_3$, selten bloss $^1/_2$ so lang), ferner durch die zur Fruchtzeit breitglockige statt sternförmig ausgebreitete Köpfchenhülle, durch den lockerern, weniger dichtrasigen Wuchs und die längern lineallanzettlichen, keilig in den Grund verschmälerten, nicht linealen Basalblätter. In Form, Grösse und Behaarung der Frucht lassen sich keine greifbaren Unterschiede erkennen.

Ökologisch stimmen *G. supinum* und *G. Hoppeanum* darin überein, dass sie langdauernde Schneebedeckung und auch zur Vegetationszeit mehr oder weniger durchfeuchteten Untergrund verlangen.

Sie unterscheiden sich jedoch in ihren Bodenansprüchen, indem *G. supinum* kieselholde Humuspflanze, *G. Hoppeanum* aber kalkstet ist.

Bastarde und nicht hybride Zwischenformen sind uns nicht bekannt geworden.

Murr (in Allg. bot. Zeitschr. XV, p. 7, 1909) stellt als mutmasslichen Bastard *G. supinum* × *Hoppeanum* ein *G. Rompelii* Murr auf. Nach der gegebenen Beschreibung können wir darin nur unser *G. supinum* forma *congestum* sehen. Murr's *G. norvegicum* × *Hoppeanum* (*G. intercedens* Murr) erscheint uns fraglich. Auch die Brüggerschen Hybriden *G. norvegicum* × *silvaticum* var. *alpestre* und *G. norvegicum* × *supinum* (cf. Seiler, Bearb. Brügg. Mat. p. 499) sind höchst zweifelhaft. Belege fehlen.

Die europäischen Arten und Formen der Sektionen Gamochaeta und Homalotheca sind folgendermassen zu gliedern:

A. Sekt. ***Gamochaeta*** (Wedd.) Hoffm. in Engler und Prantl. Nat. Pfl. Fam. IV, 5, p. 188 (1894). (Gatt. *Gamochaeta* Wedd. Chlor. And. 1, p. 151 [1856].)

Weibliche Blüten mehrreihig angeordnet, Achänen zilindrisch bis länglich-oval, ohne Nebenkrone, Pappushaare am Grunde in einen Ring verwachsen, zusammen abfallend. Stengel verlängert, reichlich beblättert, kräftig, einzeln oder zu mehrern, ohne nichtblühende sterile Triebe, daher nicht rasig. Blütenähre reichköpfig, mehr oder weniger aufrecht.

1. ***Gnaphalium silvaticum*** L. Spec. plant. ed. 1, p. 856 (1753); *G. silvaticum α montanum* Neilr. Fl. NÖ. p. 358 (1859); *G. silvaticum* var. *rectum* (Sm.) Fiori et Paoletti Fl. It. III, 2. Abt. p. 279 (1904); *Cyttarium silvaticum* Peterm. Fl. Lips. excurs. p. 608 (1838); *Gamochaeta silvatica* Wedd. Chlor. And. 1, p. 151 (1856); *Dasyanthus sylvaticus* Bub. Fl. Pyr. II, p. 200 (1900).

forma ***rectum*** (Sm.) Br.-Bl. comb. nov.; *G. rectum* (Sm.) Engl. Bot. t. 124; Fl. Brit. II, p. 870 (1804); *G. silvaticum* var. *rectum* Gaud. Fl. Helv. V, p. 243 (1829); var. *pallidum* Schur Enum. Pl. Transs. p. 319 (1866); *G. spadiceum* Gilib. Fl. Lith. III, p. 180 (1781); var. *simplex* Peterm. Anal. Pfl. Schlüss. p. 215 (1846).

Bis 1 m hoch, mit lockerer, einfacher oder etwas zusammengesetzter Köpfchenähre. Die üppige Form der Waldschläge.

forma ***virgatum*** Kittel in Taschenb. Deutschl. Fl. ed. 2, II, p. 602 (1844); *G. silvaticum* var. *prostratum* Fouc. et Revol Catal. Fl. Ardèche p. 136 (1910).

Stengel liegend-aufsteigend, unterhalb der Mitte ausgebreitet reichästig, Äste beblättert.

forma ***ramosum*** (Peterm.) Br.-Bl. comb. nov.; *Cyttarium silvaticum* β *ramosum* Peterm. Fl. Lips. excurs., p. 608 (1838); *Gnaphalium silvaticum* b. *ramosum* Peterm. Anal. Pflanzenschlüssel p. 215 (1846); var. *scoparium* Corbière Nouv. Fl. de Norm. p. 329 (1893); sous-var. *scoparium* Rouy, Fl. de France VIII, p. 185 (1903).

Stengel aufrecht im untern Teil stark verästelt, mit verlängerten, unten beblätterten Ästen.

forma ***stramenticium*** (Beck) Br.-Bl. comb. nov.; *G. silvaticum* var. *stramenticium* Beck Fl. NÖ. p. 1178 (1893); *G. silvaticum* var. *rectum* f. *stramenticium* Fiori et Paoletti Fl. Ital. III, 2. Abt. p. 279 (1904); *G. silvaticum* var. *citrinum* Gaudin Fl. Helv. V, p. 245 (1829).

Köpfchenhüllblätter hell strohgelb.

Wichtiger erscheinen:

var. ***pumilum*** Gaudin Fl. Helv. V, p. 244 (1829); var. *minor* Godet Fl. Jura I, p. 370 (1852); var. *nigrescens* Gren. Fl. Ch. Jurass. p. 427 (1869); var. *Einseleana* Gremli Excursionsfl. Schw. IV. Aufl. p. 233 (1881); var. *alpestre* Brügger Jahresber. Nat. Ges. Graub. XXIX, p. 121—22 (1886); var. *spadiceum* (Gilib.) G. Cl. Druce in Rep. Bot. Exch. Club Brit. Isl. for 1915 vol. IV part. III, p. 200 (1916); an *G. Einseleanum* F. Schultz in Arch. d. Fl. p. 311 (1861)?; an *G. norvegicum* var. *angustifolia* Willk. in Willk. et Lange Prodr. Fl. Hisp. II, p. 62 (1865)?

Stengel niedrig, meist bogig aufsteigend (10—20 cm), unverzweigt, mit dichtgedrängter öfter etwas übergebogener Köpfchenähre (spica incurva). Untere Stengelblätter breitlanzett, einnervig, kurz. Köpfchenhüllblätter meist braun berandet.

Verbreitet in den Gebirgs- und Alpengegenden Mitteleuropas, von etwa 1400 bis zu 2400 m. Eine Pflanze der Weiden.

Herr Prof. Dr. Wilczek hatte die Güte, für uns das Original Gaudins (im Herbar der Universität Lausanne) nachzuprüfen. Wie wir vermuteten und wie auch Schinz und Keller (Fl. d. Schweiz III. Aufl. II. T., p. 339) annehmen, handelt es sich tatsächlich um die Alpenform von *G. silvaticum* und keineswegs um *G. norvegicum* Gunn., wie Rouy, Fl. de France VIII, p. 186 voraussetzt.

var. ***carpetanum*** Willkomm in Willk. et Lange, Prodr. Fl. Hisp. II, p. 62 (1865); var. *nigrescens* Gren. sous-var. *carpetanum* Rouy, Fl. de France VIII, p. 186 (1903); *G. carpetanum* Boiss. et Reuter ined. sec. Willk.

Stengel niedrig, Blütenstand verkürzt, Blätter stärker behaart. auch oberseits weisswollig.

So in den mittelspanischen Gebirgen: Sierra de Guadarrama, Somosierra (Willk. u. Lange). Nach Rouy l. c. auch in den Vogesen,

dem Jura, der Auvergne, den Pyrenäen und den Alpen. Ob identisch mit der spanischen Pflanze? Bedarf weiterer Beobachtung.

2. ***Gnaphalium norvegicum*** Gunnerus Fl. Norv. II, p. 105 (1766); *G. medium* Vill. Prosp. Hist. Pl. Dauph. p. 31 (1779); *G. fuscum* Lamk. Dict. 2, p. 757 (1786); *G. strictum* Mönch, Meth. p. 576 (1794); *G. fuscatum* Pers. Syn. II, p. 421 (1807); *G. silvaticum* Suter Helv. Fl. bearb. v. Heg. II, p. 216 (1822) non L.; *G. silvaticum* var. *fuscatum* Wahlenb. Fl. Suec. p. 515 (1824); var. *fuscatum* Gaud. et var. *latifolium* Gaud. Fl. Helv. V, p. 244 (1829); var. *subalpinum* Neilr. Fl. NÖ. p. 358 (1859); ssp. *norvegicum* Rouy l. c. VIII, p. 186 (1903); var. *norvegicum* (Gunn.) Fiori et Paol. l. c. p. 279 (1904); *Omalotheca Norvegica* Schultz fr. ap. F. Schultz Arch. de Fl. p. 311 (1861); *Gamochaeta Norvegica* Gren. Fl. Ch. Jurass. p. 427 (1869); *Dasyanthus fuscus* Bub. Fl. Pyr. II, p. 200 (1900).

forma ***viridescens*** (Legr.) Br.-Bl. comb. nov.; *G. norvegicum* var. *viridescens* Legr. in Bull. Ass. fr. Bot. 2, p. 68; sub.-var. *viridescens* Legr. in Rouy Fl. de France VIII, p. 186 (1903); *G. norvegicum* forma *viride* Vaccari et Melly in Bull. Soc. Murith. XXXV, p. 52 (1909).

Blätter länger und breiter, unterseits schwächer behaart, oberseits grün, weich.

forma ***nanum*** (St. Lager) Br.-Bl. comb. nov.; *G. norvegicum* var. *nanum* St. Lager Etude fl. p. 449 excl. syn. Koch.

Stengel aufsteigend, 6—10 cm, Blätter kürzer, am Grunde dreinervig. Köpfchen wenig zahlreich in kurzer, lockerer Ähre.

B. Sekt. ***Homalotheca*** Endl. Gen. p. 447 (1838).

(Gatt. *Omalotheca* Cass. Dict. 56, p. 218, 1828).

Pappushaare frei, einzeln abfallend. Achänen schwach zusammengedrückt, verkehrt eiförmig, am Grunde verschmälert, mit meist deutlich sichtbarer Haarkrone versehen (sichtbar nach Entfernung des Pappus). Stengel niedrig (1—15 cm), fädlich, 2—4blättrig, am Grunde von zahlreichen sterilen Trieben umgeben, rasig.

3. ***Gnaphalium supinum*** L. Syst. ed. 3, p. 234; *Omalotheca supina* Cass. Dict. 56, p. 218 (1828); DC. Prodr. 6, p. 245; *G. supinum* α. *typicum* Fiori et Paol. Fl. Ital. III, p. 279 (1904).

Folgende Formen sind durch zahlreiche Übergänge miteinander verbunden:

forma ***fuscum*** (Scop.) Fiori et Paoletti Fl. Ital. III, p. 279 (1904); *G. fuscum* Scop. Fl. Carn. ed. 2, II, p. 152, t. 57 (1772); *G. supinum* var. *fuscum* Gaudin Fl. Helv. V, p. 241 (1829).

Stengel mehr oder weniger aufrecht, Köpfchen entfernt, deutlich gestielt.

forma ***uniflorum*** (Monnard ap. Gaud.) Br.-Bl. comb. nov.; *G. supinum β. uniflorum* Monnard in Syn. Fl. Helv. auct. Gaud., p. 727 (1836).

Stengel einzeln, Köpfchen etwas grösser, Hüllblätter weisslich berandet.

forma ***elatum*** Vaccari et Melly in Bull. Soc. Murith. XXXV, p. 52 (1909).

Stengel verlängert, bis 12 cm hoch.

forma ***congestum*** Br.-Bl. forma nov. (*G. supinum a. spicatum* Bouvier? Fl. d. Alpes, p. 346, 1882).

Caule erectiusculo, capitulis terminalibus 6—10, congestis sessilibus.

Habituell mit *G. Hoppeanum* f. *brevicaulis* übereinstimmend und daher öfter mit ihm verwechselt.

Systematisch wichtiger erscheinen:

var. ***subacaule*** Wahlenberg Fl. Lapp., p. 402 (1812) em Br.-Bl.; *Filago acaulis* Kroker Fl. Siles. II, p. 498 (1790); *G. pusillum* Hänke in Jiras. Beob. Rieseng., p. 93 (1791) non var. subacaule auct. meridion.

Dichtrasig, sterile Triebe vielblättrig, Grundblätter verlängert schmallineal-lanzett, kaum keilig gegen den Grund verschmälert, lang zugespitzt. Mittelnerv unterseits mehr oder weniger deutlich hervortretend. Behaarung des Stengels und der Laubblätter dicht und lang, glatt anliegend nicht kraus. Köpfchenhüllblätter etwas schmäler, scharf zugespitzt, Stengel fädlich, kurz, ein- bis wenigköpfig, Köpfchen sitzend oder kurzgestielt.

Nordeuropäische Form, die wir aus den Alpen nicht zu Gesicht bekommen haben. Besonders typisch sahen wir sie aus Schottland: Ben Lawers 470 m (leg. Rübel), sodann aus dem nördlichen Skandinavien (Lappmarken). Auch Pflanzen aus den Sudeten und aus dem Schwarzwald ziehen wir hieher. Die Pflanze bedarf weiterer Beobachtung.

var. ***balcanicum*** (Velenovski) Br.-Bl. comb. nov.; *G. balcanicum* Velenovski Fl. bulg., p. 275 (1891).

Von der vorigen Varietät *(subacaule)* erheblich abweichend, dagegen nahe übereinstimmend mit dem *G. supinum* der Alpen. Unterscheidet sich nach Velenovski durch den verkürzten, stets einköpfigen Stengel (wir sahen auch zweiköpfige Exemplare), durch das dicht wollkrause Indument (bei der Alpenform gleichfalls ± wollig), durch die breitern, stumpfern, keiligen Laubblätter.

Auf den Hochgebirgen des Balkan.

Ob das *G. supinum* var. *pusillum* Willk. in Willkomm und Lange Prodr. Fl. Hisp. II, p. 63 (1865) = *Omalotheca supina* var. *subacaulis* Boissier Voy. bot. Esp. p. 368 (1839) aus der Sierra Nevada wirklich zu *G. supinum* oder aber zu *G. Hoppeanum* gehört, ist auf Grund der Diagnose nicht zu entscheiden.

4. ***Gnaphalium diminutum*** Br.-Bl. spec. nov.; *G. pusillum* Huet du Pav. Pl. Nap. exsicc. Nr. 358 (1856) non Hänke; *G. supinum* var. *pusilla* Willk. l. c. quoad plant. italicam excl. syn.; *G. supinum b. Hoppeanum f. majellense* Fiori et Paol. Fl. Ital. III, p. 279 (1904).

Die summarische Beschreibung bei Willkomm und Lange und bei Fiori und Paoletti lässt uns im Zweifel, ob es sich hier um eine blosse Standortsform oder aber um eine Rasse oder Art handelt. Die uns vorliegenden, von Huet du Pavillon frères gesammelten Exemplare stimmen habituell fast vollkommen mit Zwergpflanzen von *G. supinum* überein. Bei näherer Untersuchung unterscheiden sie sich jedoch deutlich durch die vorn abgerundeten, deutlich dachig angeordneten Köpfchenhüllblätter, deren äussere wie bei *G. Hoppeanum* nur $^1/_3$ so lang sind als die innern. Auch die Fruchthülle erscheint, soweit sich dies nach dem vorliegenden Material überhaupt beurteilen lässt, mehr glockig, nicht sternförmig ausgebreitet. Der verkürzte 1—3köpfige (nach Fiori und Paol. bis sechsköpfige) Stengel ist zwischen den grundständigen Blättern versteckt. Die Behaarung von Stengel, Blättern und Köpfchenhülle ist dicht schneeweiss-filzig. Die Grundblätter sind lanzett, keilig, vorn breit abgerundet, stengelständige 0—2, Köpfchenhüllblätter braun berandet, Achänen locker kurzborstig, Pappus schwach rauh. Unterscheidet sich von habituell ähnlichen reduzierten Zwergformen (Konvergenzformen) des *G. Hoppeanum* durch die dicht krauswollige, nicht ± seidig anliegende Behaarung, die breitern und kürzern, vorn abgerundeten, nicht zugespitzten Basalblätter und durch die geringe Anzahl der Blütenköpfchen in fast sitzender, dicht gedrängter aufrechter Köpfchenähre.

In der alpinen Stufe der Abruzzen. Monte Amaro 2500—2800 m (Huet du Pav. in hb. E. T. H. et in hb. Univ. Z.).

5. ***Gnaphalium Hoppeanum*** Koch Syn. ed. 2, p. 399 (1843); *G. norvegicum* var. *Hoppeanum* Heer Niv. Fl., p. 52 (1884); *G. supinum Hoppeanum* Killias in Jahresber. Nat. Ges. Graub. XXXI, p. 88 (1888); *G. silvaticum γ. alpinum* Neilr. Fl. NÖ., p. 358 (1859).

forma ***brevicaule*** Br.-Bl. forma nov.

Pumila, spica erecta, capitulis 3—6 glomeratis, involucri phyllis dilute fuscis.

Die habituell gegen *G. diminutum* neigende Konvergenzform.

Systematisch wichtiger erscheint:

var. ***Rübelianum*** Br.-Bl. var. nov.

Gracillimum, caule elato, 8—13 cm long. folia basilaria 2—4-plo superante. Spica ± erecta, compacta, capitulis 6—12, 5—6 mm long. Involucri phyllis margine et apice rubescentibus vel fuscis, scariosis, achaenis glabris.

Vom Typus hauptsächlich durch den grazilern, etwas höhern Wuchs, die vielköpfigen, dichtgedrängten, aufrechten Köpfchenähren, die etwas grössern Köpfchen und die kahlen Achänen verschieden.

Im westlichen Kaukasus: Nacharlager am Kluchorpass 2000 bis 2100 m, subalpine Matte (leg. Rübel); wenig südlich unterhalb des Kluchorpasses 2650 m (leg. Rikli in hb. E. T. H.). Die Art war vorher aus dem Kaukasus nicht bekannt.

Gnaphalium Hoppeanum Koch ist bisher mit Sicherheit nur aus den östlichen Alpen (Österreich, Bayern, Norditalien, Schweiz) bekannt. Ferner aus Illyrien und dem Kaukasus. Für die französischen Alpen ist sie nach Rouy nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Den Karpathen fehlt sie nach Pax (cf. Grundzüge d. Pfl. Verbr. in d. Karp. II, p. 169).

Eine zweifelhafte Stellung nimmt ein:

6. ***Gnaphalium pusillum*** Formanek, Fünfter Beitr. z. Fl. von Macedonien Verh. Nat. Ver. Brünn XXXVII, p. 163 (1898) non Hänke.

Ganze Pflanze weisswollig, kriechend dichtrasig. Stengel niedrig, 1—2köpfig. Blätter stumpf, die untern verkehrt eiförmig-keilig. Involucrum wollig; Köpfchenhüllblätter krautig, am Rande und an der Spitze braunhäutig, die äussern eiförmig-lanzett, stumpf, viel kürzer als die innern, die innern lanzett bis lineallanzett, spitz. Achänen kurz behaart, viel kürzer als der Pappus.

Von Formanek in Albanien (Peristeri am Ochridasee 2350 m) gesammelt.

Nach der Beschreibung kann mit Sicherheit nicht entschieden werden, ob es sich um eine Form von *G. supinum* oder um eine Art oder Rasse aus der Verwandtschaft von *G. Hoppeanum* handelt. Der Passus „*phyllis lanatis, externis ovato-lanceolatis multo brevioribus*“ lässt eher auf das Letztere schliessen.

7. ***Gnaphalium Roeseri*** Boiss. et Heldr. Diagn. Pl. orient. Nov., vol. 3, ser. II, Bd. 3, Nr. 6, p. 102 (1859). *G. Hoppeanum* Boiss. Fl. Orient. III, p. 227 (1875) non Koch.

Steht dem *G. Hoppeanum* unzweifelhaft nahe, unterscheidet sich jedoch hinlänglich durch schlankern Wuchs, dünnern Stengel (4 bis 6,5 cm hoch), einzelstehende ± kurzgestielte, nicht sitzende Blüten-

köpfchen von nur 4—5 mm Länge, durch die blassen, strohgelben oder hellgrauen Köpfchenhüllblätter. Von *G. supinum* durch schwach dreinervige, lang keilig-verschmälerte Grundblätter, glockige Fruchthülle, dachige Köpfchenhüllblätter, deren äussere die halbe Länge des Köpfchens nicht erreichen, weniger dichtrasigen Wuchs u.s.w. verschieden. Die reife Frucht von *G. Roeseri* ist oval-länglich, $^1/_3$—$^1/_2$ kürzer als die von *G. Hoppeanum* und stärker anliegend weissborstig, Pappus rauh, zweimal so lang als die Frucht.

Griechische Gebirge: Mt. Parnasse, rarissime (Heldreich in hb. R.), in Monte Taygato Laconiae (H. Zahn in hb. Univ. Z.).

8. ***Gnaphalium Pichleri*** Murbeck Lunds Univ. Årsskrift XXVII, V, p. 106 (1892).

Nimmt in mancher Beziehung eine Mittelstellung ein zwischen *G. Hoppeanum*, *Roeseri* und *supinum*, ist jedoch sowohl morphologisch als ökologisch scharf charakterisiert.

Von *Roeseri* besitzt es den äusserst grazilen Wuchs, die einzelstehenden, kurzgestielten Blütenköpfchen mit den hellen Hüllblättern und die dicht anliegend borstigen Achänen. Mit *G. Hoppeanum* hat es den höhern Stengel (8—15 cm) und die Form und Dimensionen der Frucht gemeinsam. *G. Pichleri* besitzt wie *G. Roeseri* und *G. Hoppeanum* eine dachige Hülle, deren äussere Hüllblättchen nur $^1/_3$ so lang sind als die innern. *G. Pichleri* unterscheidet sich aber von beiden vorgenannten Arten durch die sternförmig ausgebreitete Fruchthülle (wie bei *G. supinum*), die zugespitzten, vorn nicht abgerundeten Köpfchenhüllblätter, die mehrfach längere Haarkrone der Frucht und die schmallinealen, verlängerten, in eine scharfe Spitze ausgezogenen Grundblätter.

Im Gegensatz zu *G. supinum* und *G. Hoppeanum*, deren Köpfchen reduzierte weibliche Randblüten aufweisen, sind bei *G. Pichleri* alle Blüten normal entwickelt, die Kronröhre deutlich fünflappig und etwas grösser.

G. Pichleri wächst auf Felsen im nordwestlichen Balkan (Bosnien, Herzegowina, Montenegro).

3. Die zentralalpinen Cerastien Grex Physospermia (Fenzl) Rouy.

(Cerastium latifolium, C. uniflorum, C. pedunculatum.)

Massgebende Florenwerke ziehen neuerdings das Artrecht der drei oberwähnten Arten in Frage. Rouy, Fl. d. France III, p. 209—211 vereinigt *C. pedunculatum* als Subspezies, *C. uniflorum* als Form (Rasse) mit *C. latifolium*. Schinz und Keller, Fl. d. Schweiz, III. Aufl., II. Teil, p. 105, Hegi, Ill., Fl. v. Mitteleuropa III, p. 370 u. a. halten

dafür, dass die drei Arten durch Übergänge miteinander verbunden und nicht scharf zu trennen seien.

Wir hatten Gelegenheit, die in Frage stehenden Arten unzählige Male in der Natur zu beobachten. Zweifelhafte Übergangsformen sind uns aber weder hiebei noch beim Studium eines reichen Herbarmaterials vorgekommen. Wir sind daher der Ansicht, dass das Artrecht der drei Pflanzen unbedingt aufrecht erhalten werden muss.

In den Herbarien liegen oft zwei oder gar alle drei Arten unter dem gleichen Namen neben- und durcheinander. Es ist daher einigermassen begreiflich, dass bei schlechter Entwicklung der Pflanzen oder mangelhaftem Material sog. Übergangsformen konstruiert werden können. Man vergleiche hierüber, was der scharfe Beobachter Brügger (Zur Fl. Tirols, 1860, p. 130) schreibt.[1]) Wir können seinen Ausführungen, soweit sie die Unterscheidung der drei Arten und deren Bodenansprüche betrifft, nur beipflichten.

Unerfindlich ist uns, wie man die gleichenorts beschriebene var. *subacaule* (Heg.) Brügger, eine extrem gedrungene Hochalpenform von *C. uniflorum* als Übergangsform (cf. Hegi l. c.) bezeichnen kann. Die zahlreichen intermediären Formen Hegetschweilers, der bekanntlich mit besonderer Vorliebe alle möglichen Abänderungen und Formen sammelte, um sie für seine phylogenetischen Spekulationen zu verwerten, können samt und sonders anstandslos der einen oder der andern der drei Arten zugeteilt werden.

Auf Grund unserer Untersuchungen gelangen wir zu folgender Differentialdiagnose:

Cerastium latifolium L.	*C. uniflorum* Clairv.	*C. pedunculatum* Gaud.
Stengel zahlreich, aus dicker, tief eindringender Pfahlwurzel entspringend, niederliegend, kriechend, aber nicht einwurzelnd, lokkere Rasen bildend (wie *C. carinthiacum* Vest.).	Stengel noch zahlreicher, aber kürzer und schwächer, zu dichten Rasenpolstern zusammenschliessend. Geiltriebe 0,4—0,8 mm dick (bei *latifolium* 0,8-1,0 mm).[2])	Stengel wenig zahlreich, dünn, fast fädlich, zerbrechlich, niederliegend, kurz kriechend, dürftige lokkere Rasen bildend.

[1]) Später ist Čelakovsky (1876) entschieden für das Artrecht von *C. pedunculatum* eingetreten (vergl. Österr. bot. Zeitschr. XXVI, p. 216 (1876), und auch Stein (Österr. bot. Zeitschr. XXVIII, p. 18—27, 1878), der die drei Arten eingehend beschreibt, betont ihre spezifische Verschiedenheit. Die Unterscheidungsmerkmale sind hier allerdings nicht genügend gekennzeichnet, auch haben sich einige böse Irrtümer in die Steinsche Arbeit eingeschlichen.

[2]) cf. Hess, E., Über d. Wuchsformen d. alp. Geröllpflanzen, Beih. z. Bot. Centralbl. XXVII, Abt. 2, H. 1, p. 93.

Cerastium latifolium L.	*C. uniflorum* Clairv.	*C. pedunculatum* Gaud.
Blätter verschieden geformt, elliptisch bis breit eiförmig, dick, fleischig, trübgrün oder blaugrün, brüchig. Alle oder doch die der sterilen Triebe aus breiter Mitte zugespitzt.	Blätter zur Hälfte kleiner, elliptisch bis verkehrteiförmig, dünner, weich, hellgrün (Stich ins gelbliche). Alle oder doch die der sterilen Triebe vorn breit abgerundet, keilig in den Grund verschmälert.	Blätter länglich-elliptisch bis lanzett, schmäler und länger, dünn und weich, mattgrün, getrocknet dunkler als bei *C. uniflorum*, zugespitzt, oder (seltener) abgerundet.
Behaarung der ganzen Pflanze dicht kurzdrüsig, lange drüsenlose Gliederhaare fehlend, oder (selten) höchst vereinzelt am Blattgrund, Pflanze nicht zottig.	Behaarung d. ganzen Pflanze dicht zottig. Neben meist zahlreichen Drüsenhaaren stets auch zahlreiche lange, drüsenlose Gliederhaare.	Behaarung d. ganzen Pflanze schwächer, locker, Drüsen- und Gliederhaare vorhanden. Blütenstiel und Blätter öfter verkahlend.
Blütenkrone gross (ca. 3 cm breit), mehr als doppelt so lang als die Kelchblätter, weit offen.	Blütenkrone kleiner, Kronblätter etwa zweimal so lang als die Kelchblätter, offen.	Blütenkrone klein, Kronblätter wenig länger als die Kelchblätter, glockig.
Fruchtkapsel schwach gekrümmt, etwa 15 mm lang und 5 mm breit, mit geraden oder seitlich eingebogenen Zähnen.	Fruchtkapsel gekrümmt, etwa 12 mm lang und 3—4 mm breit, mit geraden oder seitlich eingebogenen Zähnen.	Fruchtkapsel schwach gekrümmt (nicht gerade), ca. 10 mm lang und 3 mm breit, mit an d. Spitze deutlich eingerollten Zähnen.
Same gross, Durchmesser 2—3 mm.	Same kleiner, Durchmesser 1,5—2 mm.	Same klein, Durchmesser etwa 1 mm.

Die Ökologie der drei Arten, wie auch ihre geographische Verbreitung ist gleichfalls sehr verschieden.

Cerastium latifolium ist, soweit unsere Beobachtungen reichen, ausschliesslicher Besiedler des lockern (insbesondere des rutschenden) Kalkschuttes. Auf kalkarmen Silikatböden ist die Art noch nie mit Sicherheit gefunden worden. Sie geht durch die ganze Alpenkette, ist aber namentlich im nördlichen Kalkalpenzuge verbreitet. Ihre

Höhenverbreitung reicht von (1600—) 1900—3500 m (am Matterhorn, G. Müller in hb. R.). *Cerastium latifolium* findet sich ausserhalb der Alpen in Illyrien, in den Karpaten, im Balkan und im Kaukasus. Dagegen beziehen sich alle Angaben aus Skandinavien auf *C. arcticum* Lange resp. *C. Edmondstonii* Murbeck.

Cerastium uniflorum ist Kieselpflanze und kommt im Kalkgebiet selten und dann bloss auf kalkarmen. ausgelaugten Gesteinen, Alluvionen oder Humuspolstern vor. Sie wächst im Ruhschutt. auf anstehendem Fels, besonders aber im Polsterrasen der hohen Urgebirgsgräte. Ihre Gesamtverbreitung ist viel enger als die von *C. latifolium*. In den Alpen reicht sie, fast durchwegs den zentralen Ketten folgend, von den Cottischen Alpen (fehlt den Seealpen) bis Oberösterreich, Steiermark und Kärnten. Die Höhenverbreitung von *C. uniflorum* liegt zwischen (1900) 2200 und 3400 m am Piz Kesch (cf. Braun-Blanquet, Veg. d. Schneestufe, 1913). Ausserhalb der Alpen fehlt die Art. Von Stein (l. c.) wird *C. uniflorum* auch aus Norwegen und aus den Karpaten angegeben. Obschon Stein die betreffenden Exemplare selbst gesehen zu haben angibt, kann es sich bei der skandinavischen Pflanze doch nur um Verwechslung mit *C. Edmondstonii* handeln. Auch die Angabe aus den Karpaten ist sehr zweifelhaft, Pax (Grundzüge d. Pflanzenverbr. in den Karpaten) erwähnt die Art nicht. Doch dürfte bei der genauen Standortsangabe (Kohlbachtal unter den fünf Seen) eine Nachprüfung nicht schwer fallen.

Cerastium pedunculatum ist eine ausgesprochen kalkfliehende Pflanze der Schneeböden und erträgt von den drei Arten die längste Schneebedeckung. Sie hält sich streng an den offenen, vom Schmelzwasser durchtränkten Felsgrus und Schutt schattiger Gehänge, Schuttkessel und Moränen. In ihrer Gesamtverbreitung ist sie noch strenger an die zentralen Urgebirgsmassive gebunden als *C. uniflorum* (Savoyen bis Osttirol), erscheint jedoch hier stellenweise recht verbreitet und häufiger als allgemein angenommen wird. Ihre Höhenverbreitung reicht von ca. 2200 m; ausnahmsweise tiefer: 1760 m (Rhonegletscher, Ing. Keller in hb. Univ. Zürich), 1800 m (Moräne des Durandgletschers bei Zinal, Bernoulli in hb. E. T. H.) bis 3160 m am Piz Linard im Unterengadin (Br.-Bl., l. c. 1913). Herabgeschwemmt findet sich die Pflanze auf Bachschutt bei Spärra (Silvretta) 1600 m (Br.-Bl.).

Wir sahen Exemplare von folgenden Standorten:

Savoyeralpen und Montblancgruppe: Chamonix (C. Egli in hb. Univ. Z. und Girard in hb. Moritzi), Alp Arpetta, Champex (Bernoulli in hb. E. T. H.), Col des Ecaudies près du lac de Champex (Vetter in hb. Univ. Z.).

Finsteraarhornkette (Berner- und Waadtländeralpen): Val Menouve (Entremont) 2350 m (Fries in hb. Univ. Z.), Alpes de Lens (F. O. Wolf in hb. Univ. Z.). Maienwand (Vogel in hb. E. T. H.), Torrenthorn 3000 m (Brügger in hb. E. T. H.), am Rhonegletscher 2400 m (Thellung in hb. Univ. Z.). Ob im Kanton Bern?

Penninische Alpen: Grosser St. Bernhard (bot. plur.), V. de Bagnes oberhalb Mauvoisin (Bris in hb. E. T. H.), Col de Fenêtre (bot. plur.), Panoissière 2700 m (Bernoulli in hb. E. T. H.), am Fuss des Gletschers Prazfleuri, Hérémence (F. O. Wolf in hb. Univ. Z.), Val de Dronaz (F. O. Wolf in hb. Univ. Z.), Bortelalp ob Bérisal (Ing. Keller in hb. Univ. Z.), Roc de la vache und Alp Cambosc bei Zinal (Bernoulli in hb. E. T. H.), Alpen um Zermatt an zahlreichen Stellen (bot. plur.), Plattje am Monte Rosa 3000 m (C. Schröter in hb. E. T. H.), über der Weisshorn-Klubhütte im Nicolaital (G. Müller in hb. R.), Egginerhorn über Saas-Fee 2900 m (G. Müller in hb. R.), Distelalp, Saas (Chenevard in hb. E. T. H.), hinteres Saastal (bot. plur.), Turlopass 2770 m (F. O. Wolf in hb. Univ. Z. und in hb. E. T. H.), Rimpfischwänge am Fuss des Rimpfischhorns 3100 m (G. Müller in hb. R.).

Lepontische und Gotthardalpen: Monte Leone ob dem Simplon 2300 m (Ing. Keller in hb. Univ. Z.), Moränen des Kaltwassergletschers 2200 m (Br.-Bl.), Monte Moro (Favrat in hb. E. T. H.), auf der Furka (Gisler in hb. R.), Susten (K. Hegetschw. in hb. Univ. Z.), Moränen des Basodinogletschers 2500—2600 m (Br.-Bl.), Lago Bianco. Val Bavona 2050 m (Br.-Bl.) Halbihorengrat 2730 m (Br.-Bl.), Madone und Grat zwischen Sonnenhorn und Madone 2500—2600 m (Br.-Bl.), Rosso di Ribbia 2500 m (Br.-Bl.), Poncione del Pulpito 2615 m (Br.-Bl.), Corona, Valle di Peccia 2550 m (Br.-Bl.), Grat zwischen Alpe di Bolla und Naret 2450—2600 m (Br.-Bl.), Corona di Redorta 2800 m (Br.-Bl.), Campo Tencia 3000 m (Br.-Bl.), Moränen des Crozlinagletschers 2500—2600 m (Br.-Bl.), Passo Bornengo 2600 m (Br.-Bl.), Plaunc aulta, urner- und bündnerseits ca. 2700 m (Br.-Bl.), Piz Laiblau 2500—2700 m (Br.-Bl.).

Rätische Alpen: Piz Pozata, Val Medel 2850 m (Br.-Bl.), Val Gronda am Piz Grein (A. Weilenmann in hb. Univ. Z.), Panixerpass (Heer in hb. E. T. H.), Valserhorn ob „blauer Gufer“ 2700 m auf kalkarmem Bündnerschiefer (Br.-Bl.), Balniscio, Misox (Brügger in hb. E. T. H.), Ostabfall des Pizzo Combio 2760 m (Brügger in hb. E. T. H.), Grosshorn, Hochgrätli, Flühseen, Bandseen im Avers (bot. plur.), Berclajoch 2750 m, Nordseite (Br.-Bl.), Val Bercla 2300 m (Br.-Bl.), Forcellina (Brügger in hb. E. T. H.), Val Savriez am Piz d'Agnelli 2500 m (Br.-Bl.), Cadotsch ob Flix 2600 m (Br.-Bl.), Piz

Musch 2500—2600 m (Brügger in hb. E. T. H.), Piz Miez, Lenzeralp 2600 m (Br.-Bl.), Parpaner Rothorn (Br.-Bl.), Gredigsälplipass 2650 m (Br.-Bl.), Urdentäli ob der Castieleralp 2350 m (Br.-Bl.), Silbertal am Schollberg 2300 m (C. Schröter in hb. Univ. Z.), Bachalluvionen zwischen Alp Sardasca und Spärra 1600 m (Br.-Bl.), Moränen des Silvrettagletschers 2350 m (Br.-Bl.), Vereinapass 2600 m (Br.-Bl.), Rhinertäli im Dischmà 2400 m (v. Tavel in hb. E. T. H.), Val Grialetsch 2500 m (v. Tavel in hb. E. T. H.), Gravasalvas (Hegi in hb. Univ. Z.), Longhinsee 2500 m (Brügger in hb. E. T. H.), Val Arlas am Bernina 2350 m (R. u. Br.-Bl.), Val Minor 2300 m (R. u. Br.-Bl.), Cambrenadelta (bot. plur.), Morteratsch am Diavolezzaweg 1980 m (Rübel in hb.), Aguagliouls (Rübel in hb.), Cancianopass (Brügger in hb. E. T. H.), Lavirum 2800 m (Br.-Bl.), Val Prünas gegen Fuorcla Muragl 2800 m (Br.-Bl.), Piz Linard, Schmelzwasserrinne 3160 m (Br.-Bl.), Schadler im Val Sesvenna 2900 m (Br.-Bl.), Vedretta di Verva bei Bormio 2620 m (Furrer in hb. Univ. Z.), Col delle Mine 2560 m (Furrer in hb. Univ. Z.), Dosso Resaccio 2700—2830 m (Furrer in hb. Univ. Z.).

Tiroleralpen: Zwerchwand im Ötztal 2200 m (B. Stein in hb. Univ. Z.), Gletschermoränene in Neviss Lappach 2400—2700 m (Treffer in hb. Univ. Z.). Nach Dalla Torre und Sarnthein (Die Farn- und Blütenpflanzen von Tirol, Vorarlberg und Liechtenstein 2, p. 148) in Zentraltirol an zahlreichen Standorten.

Die Variationsbreite der drei Arten bewegt sich innert enger Grenzen und ist fast ganz auf die Dimensionen des Stengels und der Blätter, zum kleinen Teil auf Abweichungen in der Behaarung beschränkt. Es wurden beschrieben:

Cerastium latifolium L.

forma ***glaucum*** (Hegetschw.) Br.-Bl. comb. nov.; *C. glaucum* Hegetschw. in Suter Fl. Helv. 2, app. p. 455 (1822); *C. latifolium* var. b. *glaucum* Hegetschw. Glarner Reise, p. 150 (1825).

Grossblütige Pflanze, Blätter auch im Herbar dunkel-bläulich-grün.

forma ***intermedium*** (Hegetschw.) Br.-Bl. comb. nov.; *C. latifolium*, c. *intermedium* Hegetschw. Glarner Reise, p. 151 (1825); *C. flexuosum* Hegetschw. Fl. Helv. Sut. 2, app. p. 454 (1822); *C. latifolium* var. *intermedium* Gaudin Fl. Helv. III, p. 249 (1828).

Blätter breiteiförmig, fast herzförmig, sehr genähert, Blütenstiel etwa so lang als die Blüte.

forma ***glabriusculum*** (Mert. u. Koch) Br.-Bl. comb. nov.; *C. latifolium* var. *glabriusculum* Mert. u. Koch, Deutschlands Fl. ed. 3, III, p. 356 (1831).

Blätter beiderseits und Stengel unterwärts kahl, Blätter am Rande gewimpert.

forma ***legitimum*** (Gaud.) Br.-Bl. comb. nov.; *C. latifolium* var. *legitimum* Gaudin, Fl. Helv. III, p. 249 (1828); var. *genuinum* Reichb. Ic. VI, p. 109 ed. germ. (1843); Rouy et Fouc., Fl. de France III, p. 210 (1896).

Die gewöhnliche, starkdrüsige Form mit langen Blütenstielen.

forma ***lanceolatum*** (Fenzl) Br.-Bl. comb. nov.; *C. latifolium* var. *lanceolatum* Fenzl in Ledeb. Fl. Ross. I, p. 415 (1842) non Rchb.; *C. lancifolium* Kitt. Taschenb. 2 ed. II, p. 976 (1844).

Stengelblätter lanzett, spitz, Stengel verlängert, 1—3blütig.

forma ***elongatum*** (Glaab) Br.-Bl. comb. nov.; *C. latifolium* var. *elongatum* Glaab in Deutsche bot. Monatsschrift XI, p. 77 (1893).

Bis 18 cm hoch, Blütenstiele bis 4 cm lang. Standortsform.

Wichtiger erscheint:

var. ***nivale*** Br.-Bl. var. nov.; *C. latifolium* var. *lanceolatum* Rchb. Ic. ed. germ. VI, p. 39 (1843) descr. (excl. ic. 4975 links= *C. uniflorum*), Koch Syn. 3 ed. I, p. 313.

Pflanze in allen Teilen etwas kleiner, dichter rasig. Blüten kleiner als beim Typus, kaum doppelt so lang als der Kelch, Stengel verkürzt, Blätter schmäler lanzettlich (ca. 0,4—0,5 mm breit und 10—14 mm lang), scharf zugespitzt. Stengel ein- bis zweiblütig. So in den Walliser Hochalpen: Weissmies über der Allmagelalp (G. Müller in hb. R.), auf feuchten Felstrümmern am Matterhorn bei ca. 3500 m (G. Müller in hb. R.). Im Aussehen an *C. uniflorum* erinnernd.

Cerastium uniflorum Clairv. Man. herb., p. 147 (1811); *C. uniflorum* Thom. ex Murith, Bot. Val., p. 60 (1810) nomen nudum; *C. glaciale* Gaudin ap. DC. Prodr. I, p. 419 (1824); *C. latifolium* δ *glaciale* Koch, Syn. ed. I, p. 123 (1837); *C. latifolium alpestre* Kittel, Taschenb. 2 ed., p. 976 (1844) ex descr.; *C. latifolium* forme *uniflorum* Rouy et Foucaud Fl. d. France III, p. 210 (1896).

forma ***subacaule*** (Heg.) Schinz et Thell. Fl. d. Schweiz ed. III, 2. T.. p. 132; *C. subacaule* Hegetschw. Fl. d. Schw. I, p. 434 (1838—39), *C. latifolium* δ *subacaule* Gaudin Fl. Helv. III, p. 250 (1828). *C. glaciale* β *subacaule* Brügger, Zur Flora Tirols, Zeitschr. d. Ferdinandeums, III. Folge, 9. Heft, p. 132 (1860).

Nach Hegetschw. in sched. „eine durch das Alpenklima deprimierte Form von *C. latifolium*“. Wie aus den Hegetschweilerschen

Belegexemplaren hervorgeht, handelt es sich um die gedrungenwüchsige, polsterförmige Hochalpenform von *C. uniflorum*.

forma ***glutinosum*** (Hegetschw.) Br.-Bl. comb. nov.; *C. glutinosum* Hegetschw. Fl. d. Schweiz I, p. 433 (1838—39) et hb. Hegetschw.; *C. latifolium* var. *glutinosum* (Hegetschw.) Gürke in Richter-Gürke, Pl. Europ. II, p. 227 (1899).

Blütenstiele und Stengel nebst den Blättern dicht mit ausschwitzenden gelblichen Drüsenhaaren bekleidet. Drüsenlose Gliederhaare spärlich vorhanden. Mit dem Typus.

forma ***laxum*** (Brügger) Schinz et Keller, Fl. d. Schweiz ed. 2. II. Teil, p. 70; *C. glaciale* Gaudin *α. laxum* Brügger in Zentralalpenflora v. Ost-Rhätien, Zeitschr. d. Ferdinandeums, p. 132 (1860).

Die verlängerte, schlaffere, lockerwüchsige, ein- bis zweiblütige Form tieferer Standorte und schattiger, feuchter Lagen.

Den Wert einer Lokalrasse scheint zu besitzen:

var. ***Longanum*** Br.-Bl. nov. var., Rchb., Ic. VI, p. 39 f. 4975 links ex. descr. (1843).

Adscendens, tota planta dense villosa, pilis glandulosis rarissimis. Caules 5—10 cm, uni- vel biflores, foliis caulinis lanceolato-elongatis (10 mm long., 2 mm lat.) acuminatis.
Hab. in Monte Umbrail (Longa ex Cornaz in hb. Univ. Z.).

Cerastium pedunculatum Gaudin, Fl. Helv. III, p. 251 (1828); *C. filiforme* Schleicher Catal. Pl. helv. exs. (1815) nomen solum; *C. ovatum* var. *filiforme* Seringe in DC. Prodr. I, p. 419 (1824) pro syn.; *C. latifolium* β Gr. et Godr. Fl. de Fr. I, p. 273 (1848); *C. latifolium* ε *pedunculatum* Koch, Syn. ed. I, p. 123 (1835); *C. latifolium* ssp. *pedunculatum* Rouy et Foucaud Fl. d. France III. p. 211 (1896).

Das beschränkte Areal und ungenügende Kenntnis dieser Pflanze dürften die Gründe sein, weshalb hievon bisher keine Formen beschrieben worden sind. Abweichungen in Behaarung und Blattform sind auch bei *C. pedunculatum* vorhanden.

Die Bestimmung der hochalpinen Cerastien lässt oft zu wünschen übrig. Selbst in erstklassigen Exsikkatenwerken kann man auf Bestimmungsfehler stossen, was das Studium der betr. Gruppe erschwert. So ist z. B. Nr. 334 der Fl. Stiriaca exsicc. herausgegeben von A. v. Hayek nicht wie angeschrieben *C. latifolium* L., sondern typisches

C. uniflorum. Der Standort: Montis Sinabell, solo calcareo ändert daran nichts.[1]) Die Pflanze, die Porta und Rigo vom Tonale (Südtirol, Aug. 1908) als *C. latifolium* var. *glaciale* Gaudin herausgeben, ist nicht zu *uniflorum*, sondern zu *C. arvense* ssp. *strictum* zu stellen. Die Nr. 46 der Fl. Italica Exsiccata, herausgegeben von A. Fiori, A. Béguinot und R. Pampanini, gesammelt von Crichiutti am Monte Çanin (8. u. 14. Aug. 1904) und als *C. alpinum* bestimmt, gehört zu *C. carinthiacum* Vest. f. *canum* (Beck).

---

[1]) Ob hier nicht vielleicht Etiquettenverwechslung vorliegt? Nr. 335 ist nämlich richtig bestimmtes *C. uniflorum* vom Höchstein bei Schladming.

Mitteilungen aus dem geobotanischen Institut Rübel in Zürich.

Anfänge und Ziele der Geobotanik.

Von

Eduard Rübel.

(Als Manuskript eingegangen den 27. Juli 1917.)

I. Anfänge.

Die Pflanzengeographie ist eine junge und zugleich eine alte Wissenschaft. Mehrere Male nahm sie vielversprechende Anfänge, aber die Welt schien nicht bereit für die Entdeckungen und Überlegungen. Sie wurden wieder vergessen und mussten später wieder neu erfunden werden.

Die alten Griechen lebten im östlichen Mittelmeer in der mediterranen Vegetation. Zum erstenmal verliessen sie auf längere Zeit das Gebiet mit dem Zuge Alexanders des Grossen durch Persien und Indien, 334—323 v. Chr. (323 starb er im Juni in seiner neuen Hauptstadt Babylon.) Die Züge waren nicht nur militärischer Natur, auch alles Wissenschaftliche hiess Alexander genau aufschreiben und liess es sich stets wieder vorlegen. Es sind also seine Generalstabsberichte, die auch über die Natur der Pflanzenwelt der neuen Länder Aufschluss geben. Diese Berichte fanden dann in Theophrast[1]), der selber nicht mit dabei gewesen war, einen genialen Bearbeiter. Uns interessiert seine *ἱστορίαι των φυτῶν* oder Historia plantarum. Die eigene mediterrane Pflanzenwelt wird durch den Vergleich mit den neuen Gegenden durch ganz andere Augen betrachtet, das Charakteristische ergibt sich aus den Gegensätzen. Meisterhaft schildert Theophrast[2]) die Vegetation der alten Welt, wobei Nutzen und Morphologie die Hauptrolle spielen, aber auch pflanzengeographisch

---

[1]) Tyrtamos aus dem Ort Eresos auf Lesbos. Er wurde Lieblingsschüler von Aristoteles, der ihm wegen seiner grossen Redegewandtheit den Zunamen Theophrastos, der Göttlich-Beredte, gab.

[2]) Nach Theophrast's Naturgeschichte der Gewächse; übersetzt und erläutert von K. Sprengel. Altona, Verlag Hammerich, 1822.

Eine interessante Arbeit ist auch Hugo Bretzl: Botanische Forschungen des Alexanderzuges. Leipzig, Teubner, 1903.

Die liebevoll eingehende Übertragung Bretzl's ist aber so sehr abhängig von Schimper's Pflanzengeographie, dass man stets auf Sprengel zurückgehen muss, um herauszufinden, was wirklich von Theophrast stammt.

sind seine Ausführungen sehr bedeutsam. Er vergleicht das Vorkommen der Pflanzen in den verschiedenen Ländern (S. 148, 149), er nennt Endemismen jeder Provinz (S. 141), unterscheidet bergstete, ebenenstete und gemeinsame Pflanzen (S. 81), erörtert die merkwürdigen Mangrovepflanzen. Von ökologischen Fragen behandelt er den Einfluss des Klimas, den Einfluss des Bodens im allgemeinen (S. 297), im besonderen auf die Zeit des Laubfalles (S. 33), den Einfluss des Düngens (S. 296). Er bespricht die verschiedenen Standorte (S. 164) und gibt von vielen Pflanzen genau an, was für Bedingungen sie lieben (S. 130, 131). Der stete Vergleich der Blätter der zu beschreibenden Pflanzen mit einigen wenigen bekannten Grundtypen erinnert schon an Humboldt's Wuchsformen.

Diese griechische Pflanzengeographie fand aber keine Weiterbildung. Römische Schriftsteller benutzen noch Theophrast, aber Neues kommt für unsere Disziplin nicht dazu. Erst mit Linné und Tournefort kommen wieder pflanzengeographische Gedanken auf, aber nur ganz wenige. Eine erste klimatische Stufengliederung der Vegetation pflegt man Josef Pitton de Tournefort zuzuschreiben, der in seinem letzten, nach seinem Tode 1717 erschienenen Reisebericht „Relation d'un voyage du Levant" die Pflanzenwelt des Ararat gegliedert habe. Er bestieg den Hang des Ararat bis zum ersten Schneefleck am 11. August 1700 mit dem Arzte und Botaniker Gundelsheimer und dem Maler Aubriet; die Gliederung, die er gibt, spricht nur von einer unteren Region mit räudigen Herden und einer oberen mit Tigern und Raben. Bei der Besprechung einzelner Pflanzen erwähnt er, dass sie auch in den Alpen und Pyrenäen vorkämen[1]); das ist alles.

---

[1]) Seine Gliederung lautet folgendermassen (Orthographie wie im Original): „Cette montagne qui reste entre le Sud et le Sud Sud Est des Trois Eglises (Etschmiadsin) est un des plus tristes et des plus desagreables aspects qu'il y ait sur la terre. On n'y trouve ni arbres ni arbrisseaux, encore moins des Couvents de Religieux Armeniens ou Francs." „Il n'y a d'animaux vivants, qu'au bas de la Montagne et vers le milieu; ceux qui occupent la premiere region, sont de pauvres bergers et des troupeaux galeux, parmi lesquelles on voit quelques perdrix; ceux de la seconde region sont des Tigres et des Corneilles. Tout le reste de la Montagne, ou pour mieux dire la moitié de la Montagne, est couverte de neige depuis que l'Arche s'y arrêta, et ces neiges sont cachées la moitié de l'année sous des nuages fort épais." Bei der Beschreibung einzelner Pflanzen erwähnt er noch, die kämen auch in den Alpen und Pyrenäen vor. Darüber sagt der grosse Bewunderer Tourneforts, Abbé Soulavie, mit Recht (Hist. nat., p. 369): „Il résulte de cette intéressante description de l'Ararat, que Tournefort n'a reconnu, que, dans la partie la plus froide, quelques plantes des Alpes et des Pyrénées; mais on ne voit ici ni l'ordre respectif des climats, ni les limites qui les séparent; c'est pourtant la première idée qu'on ait eue sur cet objet: mais (comme dans tous les autres Botanistes qui recherchent des plantes nouvelles et non des climats), elle est perdue dans un ouvrage dont elle n'avoit point été l'objet principal."

Linné (1707—1778) in den Amoenitates Acad. (Vol. IV, p. 64) schreibt von den „stationes plantarum“. Er teilt die Pflanzen secundum solum natale nach dem Boden, ohne das Klima zu berücksichtigen, ein in 1. Wasserpflanzen, 2. Alpenpflanzen, 3. Schattenpflanzen, 4. Feldpflanzen, 5. Bergpflanzen und 6. Parasitische Pflanzen; also nach ganz verschiedenen, noch nicht geordneten Gesichtspunkten. Die in der Flora suecica 1745 veröffentlichten Standorte könnten schon eher an Pflanzengesellschaften erinnern, er schreibt von Scaniens Feldern (campi), Smålands Wäldern (saltus), Ostrogothiens Brachäckern (arva), zwischen allgemeineren Ausdrücken wie Alpes, insulae, montes, landschaftlichen wie prata, silvae, nemora, clivi, paludes, stehen speziellere wie *Pineta, Ericeta, Saliceta,* die, wohl als Standortsbezeichnung niedergeschrieben, für uns die ersten Anfänge des Assoziationsbegriffes bedeuten können.

Sehen wir bei diesen grossen Systematikern nur unbewusst und ungewollt einzelne pflanzengeographische Gedanken, so treffen wir bei Albrecht von Haller von Bern (1708—1777), der auf systematischem Gebiet sich gegen den Riesenfortschritt Linné'scher binärer Terminologie ablehnend verhält, auf wirklich pflanzengeographisches Denken. Schon 1742 schreibt er in seiner „Enumeratio methodica stirpium Helvetiae indigenarum etc.“: „Wer von Bern nach der Grimsel geht, lässt die Kastanien um Oberhofen zurück, die Rebe wenig höher bei Merligen, die Nussbäume bei Meiringen, die Buchen und Eichen herwärts Guttannen, die Tannen herwärts Handeck, die Lärchen wenig darüber, hernach die Arven, darauf verlassen ihn die Alpenrosen und Vaccinien, und es folgen die kargeren Schafweiden, darauf enden die Felsen (rupes) und spannenhohen Pflänzlein, endlich die Gletscherweiden und der Gletscherhahnenfuss, über welchen der Firn folgt und die zu schwarzfeuchtem Grus zerkleinerten Gesteine (petrae). Solch grosse Veränderung bringt nicht wie im Norden eine lange Reihe von Provinzen, sondern eine nur 17 Meilen lange Reise, die noch viel kürzer wird, wenn man von Sitten aus den Sanetsch besteigt, dessen Gipfel im ganzen nur sieben Meilen von Sitten entfernt ist.“

Dieser Vegetationsgrenzenbestimmung liegt ein ausgesprochen pflanzengeographischer Gedankengang zugrunde. In der stark umgearbeiteten zweiten Auflage des Haller'schen Buches, die 1768 unter dem Titel „Historia stirpium indigenarum Helvetiae inchoata“, Anfang einer Geschichte der Schweizerpflanzen erschien, gibt er schon eine ausführliche Beschreibung von Höhenstufen (S. VIII) und vergleicht sie auch schon mit den Breitenzonen: „Helvetien bietet fast alle Regionen Europas, vom äussersten Lappland und selbst von

Spitzbergen bis nach Spanien.“ Kurz zusammengefasst, unterscheidet er:

1. Die Stufe mit polarem Klima und nivalen Pflanzen (Nivalstufe);
2. die Stufe der mageren steinigen Schafweiden (Subnivale Stufe);
3. die Stufe der Kuhweiden mit den ersten Holzgewächsen (Eualpine Stufe);
4. die Stufe der Fichtenwälder (Subalpine Stufe);
5. die Stufe der Buchenwälder und des Obst- und Getreidebaus (Montane Stufe);
6. die Stufe der Rebgelände (Kolline Stufe);
7. die Stufe der italienischen Gewächse im Tessin (Insubrische Stufe).

Vor Haller hatten vom physikalischen Standpunkte aus Bouguer und Horace-Benedict de Saussure (Genf) zum erstenmal den Begriff der Höhengrenzen eingeführt und speziell eine, die Schneegrenze, behandelt, aber die Gesamtheit der Stufen hat zuerst Haller erkannt und zwar in einer Weise, dass die Neuzeit nicht viel daran zu ändern fand. Da die Höhenmessung zur Zeit Hallers noch ganz unvollkommen war, konnte er seine Stufen nicht zahlenmässig abgrenzen. Eine prachtvolle Beschreibung der Alpennatur, wo zum erstenmal einzelne Zahlenangaben über die Vegetationsstufen der Schweizeralpen gegeben werden, finden wir bei Johann Gottfried Ebel (Zürich) 1804 in seiner „Anleitung auf die nützlichste und genussvollste Art die Schweiz zu bereisen“ (2. Aufl.). Sodann hat H. Zschokke in seinen forstwirtschaftlichen Werken Vegetationsstufen aufgestellt (1804).

Waren bisher die pflanzengeographischen Angaben immer in den Einleitungen zu systematisch angeordneten Floren enthalten, so folgt 1783 eine eigentliche Pflanzengeographie als Selbstzweck. Der südfranzösische Abbé Jean-Louis-Giraud Soulavie (1752–1813) schreibt eine grosse *Histoire naturelle de la France méridionale* in sieben Büchern, wovon das zweite, 1779 der Akademie vorgelegt, 1783 erschienen, auf 400 Seiten die Vegetation behandelt. Er beschreibt keine einzelnen Pflanzen, sondern geht den pflanzengeographischen Gesetzen nach. Ganz modern muten seine Überschriften an: „Introduction à l'histoire physique des plantes ou Histoire des Végétaux (S. 47—137); Principes de la Géographie physique des végétaux (S. 141—276); Géographie physique des végétaux, relativement à la nature du sol dans lequel ils vivent (S. 277—331)“. Er beginnt mit „Tome I, contenant les principes de la Géographie physique du règne végétal, l'exposition des climats des Plantes, avec

des Cartes pour en exprimer les limites", und sagt S. 10: „Nous voulons reconnaître ces loix que le Créateur a établies dans la dispersion des végétaux, des quadrupèdes, des oiseaux, des insectes, des poissons, des reptiles sur la surface de la terre." S. 11: „Toujours constants dans nos principes exposés en 1779, au commencement de cet Ouvrage, nous traiterons l'histoire des plantes .... et même des Hommes, en suivant toujours l'influence du climat, en recherchant les principes de la Géographie physique des êtres organisés qui nous occupe."

Mit Höhenbarometer und Thermometer ausgerüstet, macht Soulavie alle Exkursionen. Nach den Temperaturen unterscheidet er die Klimate, bestimmt die Höhengrenzen der Pflanzen, wobei er schon von klimasteten und klimavagen Arten spricht. Er geht den Fossilien nach, aus denen er das Klima, besonders die Temperaturen früherer Erdperioden liest. Mit abnehmender Wärme nehme auch die Zahl der Arten ab. Über das Verhältnis der Wärme zur Vegetation stellt er eine Reihe Lehrsätze auf. Für Südfrankreich nimmt er fünf klimatische Höhenstufen an:

1. Das Orangenklima mit vielen afrikanischen Pflanzen;
2. das Ölbaumklima mit dem Feigenbaum u. a.;
3. das Rebenklima;
4. das Kastanienklima mit Obst- und Nussbäumen;
5. das Alpenpflanzenklima mit Brombeeren, Fichten, Lärchen;

eine Einteilung, die auch heute noch im grossen ganzen gilt. Diese Klimastufen werden genau beschrieben unter Angabe von vielen phänologischen und autökologischen Beobachtungen und Behauptungen; z. B. macht er schon eine „Distinction entre la vitalité de l'individu hors de son climat, et la fertilité de l'espèce dans le climat. Les climats naturelles finissent avec la fertilité de l'espèce". Er beobachtet das Sinken der Vegetationsgrenzen von Süd nach Nord, behauptet aber auch das Horizontalbleiben der Grenzen von West nach Ost. Er erwähnt, die Rebengrenzen seien seit dem 14. Jahrhundert gesunken. Er verfolgt die klimavagen Arten und findet, dass in höheren Lagen zum Beginn des Treibens der Pflanzen die Anfangstemperatur eine höhere sein müsse als unten. Er glaubt an Wärmesummen, indem er die falsche Behauptung aufstellt, im Gebirge gebe es gleich viele Annuelle wie unten, indem diese unten nur kurze Zeit zum Lebenslauf benötigten, oben bei halber Temperatur brauchten sie nur doppelt so lang, also zwei Monate statt einen, um ihren Lebenslauf mit derselben Wärmesumme abschliessen zu können. Er ist auch der Meinung, wenn nur das gleiche Temperaturklima vorhanden sei, müssten auch alle Pflanzen dieser Tem-

peratur vorkommen. Er glaubt, dass man vom schneeigen Mont Mezin (heute Mezenc) im Vivarais bis zur Mittelmeerküste das allgemeine System fast aller Pflanzen Europas beobachten könne[1]); Endemismen scheint er nicht zu kennen, während schon 1574, also 200 Jahre vorher, der grosse Zürcher Gelehrte und Chronist Prof. Diakon usw. Josias Simler (1530—1576) in seinem Commentarius de Alpibus von vielen hochalpinen Endemismen spricht („so viele und so mannigfaltige, fruchtbare, nirgends sonst bekannte Gräser . . ."). Soulavie schlägt vor — Anfänge des Naturschutzes —, die ganze Flora zu sammeln in drei grossen botanischen Gärten, in Montpellier für die warmen Klimate, in Paris für die gemässigten und für die kalten auf den Gipfeln der Berge des Vivarais.

In einem eigenen Kapitel behandelt er das Verhalten der Vegetation zur Bodenart, besonders zu seinen drei Hauptbodenarten, dem Kalkboden, dem granitischen Boden und dem vulkanischen Lavaboden. Zwei pflanzengeographische Karten sind beigegeben, die eine ist die Karte vom Gebirge des Vivarais den Fluss Ardèche abwärts unter Angabe der Bodenarten und der Grenzen seiner Vegetationsklimate, die andere ist ein Höhenstufenprofil.

Das ganze Buch ist eine teilweise sogar modern anmutende Arbeit mit floristischen, ökologischen und palaeophytologischen Erwägungen, die zum kleineren Teile falsch, zum grösseren Teile heute noch gültig sind. Soulavie ging aber so weit, nicht nur die Vegetation, sondern auch menschliche Charaktere nach der Bodenunterlage einzuteilen. Er behauptet, die Einwohner basaltischer Gegenden seien aufrührerisch, irreligiös, von der Vernunft beherrscht; die Einwohner auf Kalkflötzen, Tonschiefern und Granitgebirgen seien davon vollständig verschieden, unter der Herrschaft der Sinne usw. Über

---

[1]) S. 179: „. . . les plantes de la Suède et même de la Sibérie et des autres régions froides du Nord, se trouvent fort communément et fort variées sur le sommet des montagnes cévenoles et sur celles du Vivarais, et surtout dans les bois des Chambons, des Hubas et de Cuse. On sera convaincu de cette vérité dans un seul voyage fait selon le cours de l'Ardèche et du Volant représentés dans la carte botanique ci-jointe: on trouvera successivement les plantes alpines, subalpines, et celles des climats chauds, de telle sorte qu'on peut, en Vivarais, en suivant le cours de la rivière de l'Ardèche depuis son embouchure jusqu'à sa source, observer toutes ces familles de plantes qui, se plaisant les unes dans les régions chaudes des environs du bourg Saint-Andéol, Saint-Juste, Saint-Marcel; les autres dans un climat moins chaud et plus élevé, d'autres enfin sur les sommets glacés du Mont Mezin, couvert de neige pendant huit mois de l'année, offrent le système général de toutes les plantes connues en France et presque toutes celles de l'Europe entière, si on en excepte celles dont la constitution exige la plus grande chaleur de notre climat, telles que l'oranger, qu'on ne trouve que dans les lieux les plus bas de la Provence, et celles qui affectent de vivre dans les lieux glacés du nord, et qui sont recouvertes presque toujours des amas énormes de glace et de neiges."

diese Ideen macht sich der junge Alexander von Humboldt lustig in seiner Schrift: „Die mineralogischen Beobachtungen über einige Basalte am Rhein“ (Braunschweig 1790). Dagegen hebt Humboldt schon damals Soulavie's Ideen über die Geographie der Pflanzen als sehr bedeutsam hervor, was festzustellen wichtig ist, da trotzdem Soulavie offenbar ohne Einfluss blieb auf den Gang der Pflanzengeographie.

Von grosser Bedeutung dagegen für die Pflanzengeographie wurde Carl Ludwig Willdenow's Lehrbuch der Botanik 1792.[1]) Unter den Kapiteltiteln I. Terminologie, II. Systemkunde, III. Grundsätze der Botanik, IV. Namen der Gewächse, V. Physiologie, VI. Geschichte der Pflanzen, VII. Geschichte der Wissenschaft werden Systematik samt Nomenklaturregeln, Morphologie, Physiologie, Pflanzengeographie behandelt, denen in der zweiten Auflage noch eine Pflanzenpathologie beigefügt wird. Seine Geschichte der Pflanzen definiert er: „Unter Geschichte der Pflanzen verstehen wir den Einfluss des Klimas auf die Vegetation, die Veränderungen, welche die Gewächse wahrscheinlich erlitten haben, wie die Natur für die Erhaltung derselben sorgt, die Wanderungen der Gewächse und endlich ihre Verbreitung über den Erdball.“

Es sind darin in grossen Zügen die floristische, ökologische und genetische Pflanzengeographie enthalten. Er weiss sehr viel über die Verbreitung der Pflanzen, über Anpassung, er vergleicht die Floren verschiedener Erdteile, er kennt die ausgleichende Wirkung des Wassers, welche nördlichen Pflanzen in südlichen Gegenden vorzukommen gestattet, also Ersatz der klimatischen Faktoren durch edaphische; ferner kennt er die Veränderungen von Alpenpflanzen in der Ebene. Er unterscheidet auch schon „gesellschaftliche Pflanzen“ und einzeln vorkommende[2]) und führt u. a. an, dass z. B.

---

[1]) Carl Ludwig Willdenow (1765—1812): Grundriss der Kräuterkunde. Zu Vorlesungen, entworfen von Carl Ludwig Willdenow, der Arzney gelahrtheit Doctor, der Gesellschaft naturforschenden Freunde zu Berlin, der naturforschenden Gesellschaft in Zürich und Halle Mitglied. Berlin 1792.

Die Kräuterkunde (nicht Kräuterbuch!) ist von ihm selber als Synonym mit Gewächskunde und Botanik angegeben worden.

[2]) Willdenow, erste Auflage 1792. § 289: „Ein anderer Unterschied der Pflanzen, der nicht wenig zu ihrer allgemeinen Verbreitung beiträgt, ist, dass einige Gewächse immer einzeln, andere in grosser Menge beysammen bemerkt werden. Die gesellschaftlichen Pflanzen nehmen bisweilen ganze Strecken unseres Erdballs ein. Die Heide *(Erica vulgaris)* ist ein Gewächs dieser Art; sie überziehn ganze Ländereyen, z. B. die lüneburgsche Heide u. a. O. Die Heidelbeere *(Vaccinium Myrtillus)*. die Erdbeere *(Fragaria vesca)*, Pyrola, verschiedene Binsenarten *(Junci)* und einige Bäume gehören hierher. Wenn die Gegenden stark bevölkert sind, hat der Mensch schon viele Änderungen gemacht, und es lässt sich dies nur da bemerken, wo die Natur ungestört hat würken können; daher der Unterschied zwischen einsamen und ge-

das Heidekraut „ganze Ländereyen überziehe“. In der ersten Auflage hält er noch an der Konstanz der Arten fest, aber schon in der zweiten, 1798, denkt er doch an Entstehung des Formenreichtums durch Bildung fruchtbarer Bastarde, also Entwicklung.[1]) Alle die grossen und neuen Gedanken entstanden bei Willdenow, ohne dass ihm weit zu reisen vergönnt war. Einem seiner Lieblingsschüler war es ermöglicht, durch grosse Reisen das nötige Beweismaterial zu sammeln, durch umfassendes Beobachten und geistreiches Verarbeiten der Klimatologie, der Geologie, der physiologischen Fragen in Tier- und Pflanzenreich die Grundlage zu legen und den Aufbau einzuleiten zur Pflanzengeographie als grossem, selbständigem Zweig der Wissenschaft.

Es ist Alexander von Humboldt (1769—1859). Sowohl Geburtsadel wie Seelenadel, hoher Geist, Wissensdrang und Arbeitsdrang waren bei ihm vereinigt. Daher fand der liberale Forscher auch die konservativen Höfe ihm geneigt. In wissenschaftlich wie in politisch massgebenden Kreisen ganz Europas war er persona gratissima. Dazu gesellte sich seine schöne fesselnde Sprache in Wort und Schrift. Alles kam zusammen, um seine geistvollen, tief schürfenden Forschungen der ganzen in Betracht kommenden Welt bekanntzumachen, und sein langes Leben erleichterte ihm die gründliche Ausgestaltung seiner Ideen. In weite Kreise trugen das pflanzengeographische Interesse Humboldts populäre Abhandlungen, Ideen zu einer Geographie der Pflanzen[2]) und Ansichten der Natur. Es folgt dann,

---

sellschaftlichen Gewächsen bey den Moosen um so mehr auffällt, weil diese nicht so sehr die Aufmerksamkeit desselben auf sich ziehn. *Dicranum glaucum*, *Weissia Dicksonii*, *Polytrichum commune*, *Cladonia uncialis rangiferina* sind gesellschaftliche Gewächse. Alle Phascum-Arten, *Weissia paludosa*, *Polytrichum piliferum*, *Cladonia aculeata* sind einzeln wachsende, und kommen nie in dichten Rasen vor.“

[1]) Willdenow, zweite Auflage 1798, S. 421: „... Verschiedene Gattungen von Gewächsen, die in einem Lande sehr zahlreiche Arten haben, lassen vermuthen, dass vielleicht eine oder andere, durch Vermischung entstanden ist. Wir finden zum Beyspiel am Vorgebirge der guten Hoffnung von der Gattung Erica über 100, von Stapelia 46, von Ixia und Gladiolus einige 40, von Protea 62, von Mesembryanthemum an 100 Arten, mehrerer Gattungen, die dort zahlreich an Arten sind, nicht zu gedenken. Die grosse Aehnlichkeit verschiedener derselben, wo man Mühe hat, bestimmte Charaktere aufzufinden, scheint diese Vermuthung zu bestätigen.

Dass fruchtbare Bastarde im Pflanzenreich keine Seltenheit sind (§ 293), ist uns schon bekannt. Wir sehn sie öfters in unsern Gärten entstehn, und können also die Möglichkeit dass sie auch im Freyen sich erzeugen können nicht läugnen“.

[2]) Ideen zu einer Geographie der Pflanzen; nebst einem Naturgemälde der Tropenländer, auf Beobachtungen und Messungen gegründet, welche vom zehnten Grade nördlicher bis zum zehnten Grade südlicher Breite in den Jahren 1799, 1800, 1801, 1802 und 1803 angestellt worden sind, von Al. v. Humboldt und A. Bonpland, bearbeitet und herausgegeben von dem ersteren. Tübingen und Paris, 1807.

1815 und 1817 veröffentlicht, das wissenschaftlich sehr bedeutsame Buch: „De distributione geographica plantarum secundum coeli temperiem et altitudinem montium, Prolegomena", worin die Verteilung der Pflanzenarten, der Pflanzenfamilien nach dem Klima gründlich dargelegt wird und eingehende Temperaturvergleichungen der alten und neuen Welt und verschiedener Höhenlagen vorgenommen werden, sowie auf den Unterschied zwischen dem gesellschaftlichen und einzelnen Vorkommen der Pflanzen, auf den schon Willdenow hingewiesen hatte, aufmerksam gemacht wird. Es kann die Beschreibung des gesellschaftlichen Vorkommens einer Pflanzenart als erster leichter Anklang an den Begriff der Pflanzengesellschaften aufgefasst werden. Aber er rechnet also mit systematischen Einheiten, deren Verteilung nach physikalischen Daten er verfolgt. Schon in den Ideen zu einer Geographie der Pflanzen stellt er fest, dass man wahrscheinlich die zahllose Menge der Vegetabilien auf einige wenige Grundgestalten zurückführen könne und nennt 17 solcher Grundgestalten. Diese Stelle der Arbeit wurde später über Gebühr betont und ausgeschlachtet, worauf ich aber hier nicht eingehen will.

Bei Humboldt spielt das geographische Moment die Hauptrolle, nicht das botanische, er spricht darum auch ganz richtig von Pflanzengeographie und noch nicht von Geobotanik.

Wie sehr die Zeit zur Begründung dieses Wissenszweiges reif war, zeigt der Umstand, dass in denselben Jahren noch drei hervorragende Botaniker auch darüber schrieben, der grosse Genfer Auguste Pyramus de Candolle 1809 seine Géographie agricole et botanique ins Dictionnaire raisonné et universel d'Agriculture und wieder 1829 sein Essai élémentaire de géographie botanique ins Dictionnaire des sciences naturelles, wobei er hauptsächlich von der einheimischen Vegetation ausgeht und die Beziehungen zwischen Landwirtschaft, Botanik und den äussern Bedingungen aufdeckt.

Von der Vergleichung der Floren ausländischer Gebiete aus behandelt systematisch-statistisch-floristisch Robert Brown nach seiner australischen und seiner Kongoreise 1814 und 1818 den Gegenstand, besonders die Verteilung der Familien, der Arten in verschiedenen Regionen; im zweiten Buch den Ursprung der Kulturpflanzen, die Verbreitung durch Meeresströmungen usw.

Dazu kommt noch der Schwede Göran Wahlenberg, der 1812 Lappland, 1813 die Nordschweiz, 1814 die Karpathen, man kann sagen, monographisch bearbeitet. In seinem Tentamen de vegetatione et climate in Helvetia septentrionali (bei Orell Füssli, Zürich, 1813) behandelt er neben einer grossen Florenliste die klimatischen Verhältnisse, Lufttemperaturen, Bodentemperaturen, direkte Sonnen-

strahlung, Niederschläge, Luftfeuchtigkeit, er gibt obere und untere Artgrenzen an, teilt das Land in Vegetationsregionen und Höhenstufen ein, die er eingehend schildert, und vergleicht die Vegetation mit derjenigen Lapplands und Schwedens in bezug auf Artverteilung und Boden; noch nicht bekannt hingegen ist der Begriff der Pflanzengesellschaft. Einfluss von Land- und Seeklima schildert er in der Flora Lapponica und betont schon, dass nicht Jahresmittel, sondern die Temperaturen einzelner Jahreszeiten das Bedeutungsvolle für die Vegetation sind.

Nachdem nun eine grössere Reihe Einzelarbeiten aus pflanzengeographischem Gebiete vorhanden waren — ausser den besprochenen seien noch Leopold von Buch, Forskal, Gmelin, Suckow, Kasthofer, Kielmann, Link, Ramond, Stromeyer erwähnt —, fühlte der Däne Joachim Friedrich Schouw das Bedürfnis, den (S. 1) „Begriff der Wissenschaft so festzusetzen, dass diese ein logisches Ganzes und keine zufällige Vereinigung von Bestandteilen verschiedener Art bildet“. Er tut dies in seinen „Grundzügen einer allgemeinen Pflanzengeographie“, 1822 dänisch, 1823 deutsch.

Er scheidet, was bisher bald als Geschichte der Pflanzen, bald als Geographie der Pflanzen zusammen behandelt worden war, die Pflanzengeographie im engeren Sinne (S. 6), „welche die jetzigen Verhältnisse der Pflanzen zur Erdoberfläche lehrt“ und die Pflanzengeschichte vom Ursprunge der Pflanzen und den späterhin erlittenen Veränderungen. Die Lehre vom Einwirken der äusseren Faktoren auf die Pflanzen, die Kenntnis der Mittel, wodurch die Natur für die Erhaltung der Pflanzen sorgt, seien eigentlich der Pflanzenphysiologie zuzuweisen, aber die Anwendung der Sätze derselben als Lehnsätze sei in der Pflanzengeographie notwendig. Wir haben hier zum erstenmal die klare Aufteilung in die drei Gebiete, die heute bekannt sind als floristische, ökologische und epiontologische Pflanzengeographie, wobei Schouw das richtige Gefühl hat, dass das Hauptwort Geographie nicht für alle drei Richtungen, sondern nur für die eine passt. Willdenow hatte dagegen alle drei Richtungen als eins empfunden. Wiewohl der Einfluss des Klimas, des Bodens zur Physiologie gehört — wir nennen jenen Teil, der die Verhältnisse zur Aussenwelt behandelt und der von der Funktionenlehre, der eigentlichen Physiologie, wesentlich abweicht, seit Häckel Ökologie —, sieht sich Schouw doch zur ausführlichen Behandlung davon als eines Hauptkapitels genötigt, als der unentbehrlichen Lehnsätze.[1])

[1]) Auch innerhalb der floristischen Pflanzengeographie empfindet Schouw den Widerspruch im Worte „Pflanzengeographie“, will aber wegen dessen alter Ein-

Im ersten Teil des Buches behandelt Schouw die ökologischen Faktoren, ungefähr in derselben Reihenfolge, wie man es jetzt noch zu tun pflegt, Wärme, Feuchtigkeit, Licht usw.; im zweiten Teile die „Ortslehre der Pflanzen“ [1]), d. h. Vorkommen, Verteilung, Verbreitung der einzelnen Art, dann der Gattung, jeder einzelnen Familie und des ganzen Pflanzenreiches. Hier führt er zum erstenmal als dänische und deutsche Kunstausdrücke die Gesellschaftsnamen mit der Endung -etum ein, z. B. *Ericetum*, *Rhododendretum*, *Coryletum*, *Fagetum*, *Quercetum*. Den dritten Teil nennt er botanische Geographie, er vergleicht die Längen-, Breiten- und Höhengürtel

---

bürgerung — nach Haller, bibliotheca botanica, T. I, p. 479, habe schon Christian Menzel sich des Wortes bedient (Haller schreibt l. c. zwar nur: „Lego etiam scripsisse geographiam botanicam“) — keinen neuen einführen. Später, 1849, nennt Thurmann diese Wissenschaft „Phytostatik“, Grisebach 1866 „Geobotanik“, womit er m. E. das richtige getroffen hat, da es in erster Linie eine botanische Wissenschaft ist, die das Verhältnis der Pflanzen zur Erde studiert, was durch die Vorsilbe „geo-“ vorzüglich ausgedrückt ist, worin nicht nur einseitig die geographischen (oder was man mit diesem bald weiter, bald enger gefassten Begriff bezeichnet), sondern auch die meist mitbetrachteten und mitbehandelten geologischen, bodenkundlichen, klimatologischen Verhältnisse mitverstanden sind.

[1]) Die Ortslehre nimmt er nach drei Richtungen vor: Bei der „Verteilungsweise“ bespricht er „plantae sociales, plantae solitariae, plantae gregariae“, ferner, dass hier eine Gattung nur wenige Arten, aber sozial vorkommende, hat, dort viele Arten, deren Individuen aber mehr einzeln wachsen. Unter „Verbreitungsbezirk“ bespricht er die Artgrenzen, Gattungsgrenzen, Familiengrenzen nach Länge, Breite und Höhe über Meer.

Das „Vorkommen“, den Wuchsort der Pflanzen — und hier liegt der Anfang zu vielen modernen Forschungen — erläutert er 1. nach dem Medium: submerse, emerse, amphibische, oberirdische, unterirdische Pflanzen; 2. nach dem Licht: Dunkelheitspflanzen, Schattenpflanzen und Lichtpflanzen; 3. nach dem Substrat, nach dessen chemischer Beschaffenheit: Kieselpflanzen, Sandpflanzen, Kalk-, Gips-, Salzpflanzen; nach der geognostischen Beschaffenheit: Granit-, Basalt-, Kalkpflanzen; nach dem Feuchtigkeitsgrad: Sumpfpflanzen, Schlammpflanzen, Bruch- und Feuchtwiesenpflanzen; nach anderen Bodeneigenschaften: Felspflanzen, Geröllpflanzen, Schuttpflanzen; ferner epiphytische, parasitäre, epizoische, saprophytische, ruderale Pflanzen usw. und dann noch 4. in Hinsicht anderer Pflanzen, mit denen sie vorkommen, er nennt Ackerpflanzen, Wiesenpflanzen, Weidepflanzen, wo andere Pflanzen vorherrschen, erhält das örtliche Verhältnis von diesen den Namen (S. 164, 165): *Ericeta, Rhododendreta, Arundineta, plantae desertorum, frutiicetorum, Coryleta, Myrticeta, Pineta, Fageta, Querceta, Palmeta.* Seine Absicht ist zwar nur, das örtliche Verhältnis auszudrücken, wo die Arten und anderen systematischen Einheiten, die Gattung, die Familie, vorkommen, unbeabsichtigt und unausgesprochen ist hier zum erstenmal deutlich und klar von Pflanzengesellschaften die Rede, und ungewollt erfindet er mit seinem „-etum“ als dänischem und deutschem Kunstausdruck — Linné hatte ihn als im Lateinischen unbestimmten natürlichen Ausdruck schon benutzt — die sich uns heutzutage als beste Namensbildung für den Ausdruck der Assoziation darbietende Verbindung.

Schouw hat die Tendenz, die ökologischen Verhältnisse hervortreten zu lassen, er erfindet Kunstausdrücke für Pflanzengesellschaften, ohne die Pflanzengesellschaft eigentlich zu finden und sich ihres hohen Wertes für die Wissenschaft bewusst zu werden.

nach ihrem Klima miteinander und was für Vegetation an Mannigfaltigkeit, an Massenhaftigkeit und welche Gattungen und Familien jedem Teil zukommen, woraus sich eine Übersicht über Florenreiche der Erde ergibt.

1836 bringt der Physiologe Franz Julius Ferdinand Meyen (1804—1840) in seinem Grundriss der Pflanzengeographie dieselbe Einteilung wie Schouw, grossenteils wörtlich, als altbekannt Feststehendes: „Man nennt die Pflanzen der Heiden (der Ericeta) Heidepflanzen *(plantae ericetinae)*." Auch die Pineta, Fageta, Querceta führt er als bekannte Grössen an, neu spricht er von Mangrovewaldungen; aber auch ihm sind dies alles Wuchsorte, noch nicht Assoziationen oder Formationen.

1835 erscheint die sich auf Wahlenberg stützende pflanzengeographische Monographie des Sernftales von Oswald Heer, dem langjährigen Zürcher Botanikprofessor.[1]) Orographie, Klima, Boden werden behandelt, dann die Standortsverhältnisse aller Art in verschiedenen Höhenlagen, wobei neben edaphischen Ortsbezeichnungen auch ausgesprochene Pflanzengesellschaften auftreten, neben allgemeineren wie Wiesen, Laubwäldern, Nadelwäldern, auch wohlumschriebene Assoziationen wie die Schneetälchen.

Alle diese mehr oder weniger genauen Gesellschaftsbegriffe finden nun 1838 durch August Grisebach (1814—1879)[2]), der die „Pflanzenformation" als Studienobjekt aufstellt, ihre Ausgestaltung. In den früheren Standortsbegriff kommt dadurch das ökologische Moment, es ist von jetzt an der Haushalt, das Zusammenleben, also die Synökologie, die den Studienzweck bildet.

Die grosse Ausbreitung, die unsere Wissenschaft nun nimmt, veranlasst mich, nach dieser Entstehungsgeschichte die Weiterentwickelung nur noch in den grössten Zügen zu zeichnen, um zu der heutigen Ausdehnung und Verzweigung zu gelangen.

1849 erscheint des Berners Jules Thurmann Essai de Phytostatique[3]) (Phytostatique von ihm als besseres Synonym für Géographie botanique vorgeschlagen). Es ist ein grosses autökologisches Werk, in dem die Einflüsse der Bodenarten, die schon Soulavie[4])

---

[1]) Oswald Heer: Beiträge zur Pflanzengeographie. I. Die Vegetationsverhältnisse des südöstlichen Teils des Kantons Glarus; ein Versuch, die pflanzengeographischen Erscheinungen der Alpen aus klimatologischen und Bodenverhältnissen abzuleiten (Orell Füssli & Co., Zürich 1835).

[2]) August Grisebach: Über den Einfluss des Klimas auf die Begrenzung der natürlichen Floren. Linnaea XII, 1838, S. 160.

[3]) Jules Thurmann: Essai de Phytostatique appliqué à la chaîne du Jura et aux contrées voisines, ou Etude de la dispersion des plantes vasculaires envisagée principalement quant à l'influence des roches soujacentes. Bern 1849.

[4]) l. c.

1783 erörtert und Franz von Unger[1]) (1800—1870) 1836 in hervorragendem Masse weiter ausgebildet hatte, aufs eingehendste durchgearbeitet sind mit besonderer Betonung des physikalischen als des Haupteinflusses gegenüber dem chemischen.

Die von August Pyramus de Candolle angedeutete entwickelungsgeschichtliche Geobotanik findet nun ihre Ausgestaltung durch Eduard Forbes[2]) (1815—1854) 1846 und Alphonse de Candolle 1855. Nach dem grundlegenden Darwin'schen Umschwung der Anschauungen führt dieser Wissenszweig über Oswald Heer's gründliche weitschichtige Untersuchungen und Hermann Christ's Verbreitung der Pflanzen der alpinen Region[3]) zur Zusammenfassung von Adolf Engler: Versuch einer Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt, insbesondere der Florengebiete seit der Tertiärperiode. I. Teil 1879, II. Teil 1882.

Auch die floristische Pflanzengeographie findet eine neue Zusammenfassung. Alphonse de Candolle (1806—1893) von Genf schreibt, dass seit Schouw so viel neue Untersuchungen gemacht worden seien, dass ihm eine neue Zusammenfassung, analog der von Schouw, nötig erscheine, die er nun gebe in der „Géographie botanique raisonnée ou Exposition des faits principaux et des lois concernant la distribution géographique des plantes de l'époque actuelle". Paris und Genf 1855.

Einzelne Länder behandelnd, aber von allgemeiner Tragweite folgen Otto Sendtner's Vegetationsverhältnisse Südbayerns nach den Grundsätzen der Pflanzengeographie und mit Bezugnahme auf Landeskultur, München 1854; und Die Vegetationsverhältnisse des bayrischen Waldes nach den Grundsätzen der Pflanzengeographie, München 1860; Anton Kerner's von Marilaun Pflanzenleben der Donauländer, Innsbruck 1863 und Hermann Christ's Pflanzenleben der Schweiz, Zürich 1879; unter diesen betont besonders Kerner die Pflanzengesellschaften. Die Untersuchungen der Gesellschaften arbeitet dann der Finnländer Ragnar Hult in seinem „Forsök till analytisk behandling af Växtformationerna" (Meddel. Soc. Faun. Flor. Fenn. VIII) 1881 methodisch aus.

---

[1]) Franz von Unger: Über den Einfluss des Bodens auf die Verteilung der Gewächse, nachgewiesen in der Vegetation des nordöstlichen Tirols. Wien 1836.

[2]) Eduard Forbes: On the connexion between the distribution of the existing Fauna and Flora of the British Isles, with the geological changes which have affected their area especially during the northern drift. Memoirs Geol. Survey of England. V. I, 1846.

[3]) Hermann Christ: Über die Verbreitung der Pflanzen der alpinen Region der europäischen Alpenkette. 1866. Neue Denkschriften der Schweiz. Naturf. Ges. Bd. 22, 1867.

Grosse Zusammenfassungen bieten uns in der Folge August Grisebach: Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung, ein Abriss der vergleichenden Geographie der Pflanzen, Leipzig 1872; Oskar Drude: Atlas der Pflanzenverbreitung (Berghaus' physikalischer Atlas, Abt. V, Gotha) 1887 und Handbuch der Pflanzengeographie (Stuttgart) 1890; die ökologische Richtung findet ihren vollen Ausbau und Anfang als eigene Disziplin in Eugen Warming's Plantesamfund, Grundträk af den ökologiske Plantegeografi, Kjöbenhavn 1895, und deutsch: Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie, eine Einführung in die Kenntnis der Pflanzenvereine (übersetzt von E. Knoblauch, Berlin 1896); ferner in A. F. Wilhelm Schimper's (1856—1901, Basel) Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898.

Von grosser Bedeutung sind die speziell unserem Wissenschaftszweig eigenen Serienwerke und Zeitschriften: Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie, herausgegeben von Adolf Engler; Die Vegetation der Erde, Sammlung pflanzengeographischer Monographien, herausgegeben von Engler und Drude; The Journal of Ecology, herausgegeben für die British Ecological Society und das jüngste: Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme, herausgegeben von der Pflanzengeographischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.

II. Ziele.

In die Breite und in die Tiefe ist die Geobotanik gewachsen, sie ist ungeheuer weitschichtig geworden, immer neue Probleme haben sich gestellt. Wegen der Übersichtlichkeit des grossen Forschungsgebietes ist man zu weiterer Einteilung genötigt. Die Geobotanik behandelt die Pflanzen in ihren Beziehungen zur Umwelt.[1])

[1]) Welche Teile der Botanik nennt man Geobotanik? Nach der logischen Einteilung der Botanik von Dr. S. Tschulok (Das System der Biologie in Forschung und Lehre. Eine historisch-kritische Studie. Jena 1910) unterscheiden wir sieben Teildisziplinen:

1. Taxonomie oder Systematik: Die Einteilung der Pflanzen nach ihrer Ähnlichkeit in Gruppen: Arten, Gattungen, Familien usw.;
2. Morphologie, Formenlehre: Die Gesetzmässigkeiten der Gestalt (inkl. Anatomie gleich innere Morphologie);
3. Physiologie: Die Lebensvorgänge in den Pflanzen;
4. Ökologie, Haushaltslehre: Die Anpassungen der Pflanzen an die Aussenwelt, die Erde, also die Einrichtung ihres Haushalts;
5. Chorologie, Raumlehre: Die Verteilung der Pflanzen auf dem Erdraum;
6. Chronologie, Zeitlehre: Das zeitliche Auftreten der Pflanzen in der Erdgeschichte;
7. Genetik, Entwickelungslehre: Die Herkunft der Pflanzen.

Die Geobotanik, die alle Beziehungen der Pflanzen zur Erde vereinigt, breitet

Die Umwelt wirkt in verschiedenen Richtungen und stellt verschiedene Probleme.

1. Das Raumproblem. Wie sind die Pflanzen auf der Erde verteilt? Diese geographische Frage war die erste, die gestellt wurde; Humboldt dachte in erster Linie an diese bei der Bezeichnung der Wissenschaft als Geographie der Pflanzen, und Schouw wollte ausdrücklich unter Pflanzengeographie nur dieses verstanden wissen und schied die historischen Fragen, die de Candolle schon angeschnitten hatte, als Pflanzengeschichte aus. Wenn man das letztere heute allgemein miteinbezieht, so stimmt der von Grisebach eingeführte allgemeinere Gesamttitel Geobotanik viel besser. Diese Pflanzengeographie im engeren Sinne wird meistens als floristische Pflanzengeographie, von Grisebach als topographische Geobotanik bezeichnet.

2. Das Standortsproblem. Wie verhalten sich die Pflanzen zu ihrem Standort im weitesten Sinn? Der Standort ist bestimmt durch die klimatischen, edaphischen, orographischen und biotischen Faktoren. Das Verhalten der Pflanzen zu diesen Faktoren ist ihr Haushalt, ihr Oikos. Die Erforschung geschieht in der ökologischen Geobotanik.

3. Das Veränderungsproblem. Wie verhalten sich die Pflanzen zu den Veränderungen der Erde in der Zeit, und wie verändern sie sich selbst? Hierhin gehört die Pflanzengeschichte oder historische oder geogenetische, sowie die phylogenetische Geobotanik. Diese Problemgruppe wird meistens bezeichnet als entwickelungsgeschichtliche oder genetische oder epiontologische Geobotanik, da sowohl die Pflanze während der Geogenese als die Phylogenese der Pflanze selber als genetisches Problem betrachtet werden kann.

Die verschiedenen Probleme treten aber nicht nur allein auf, sondern sie können sich kombinieren. So gibt es in der historischen Betrachtung der tertiären Pflanzen, der Diluvialpflanzen wiederum ein Raumproblem und ein Standortsproblem, denn behandeln wir auch die Pflanzen des Diluviums oder des Tertiärs, weil sie in der Genese der Erde zurückliegen, in der genetischen Geobotanik, so

---

sich über mehrere dieser sieben materiellen Gesichtspunkte aus, nämlich über die Einrichtung des Pflanzenhaushalts auf der Erde (Ökologie), über die Verteilung der Pflanzen auf der Erde (Chorologie), über das zeitliche Auftreten auf der Erde (Chronologie) und über die organische Entwickelung, insoweit sie durch die Eigentümlichkeiten der Verbreitung auf der Erde klargelegt wird und durch dauernde Veränderungen der Pflanzen durch ihren Standort, ihr Milieu auf der Erde, hervorgerufen ist (Teile der Genetik).

gibt es doch wiederum eine geographische Geobotanik des Diluviums, eine ökologische Geobotanik des Diluviums usw.

Nach dem Gegenstande kann man die Geobotanik in zwei grosse Teile teilen, in die Erforschung der Flora und die Erforschung der Vegetation, je nachdem man die Einzelpflanze oder einen gemeinsamen Haushalt von Pflanzen, die Pflanzengesellschaften im Verhältnis zur Umwelt behandelt. Betrachtet man die Einzelpflanze, so ist nicht eigentlich das Individuum, sondern die Art gemeint, die Verteilung der Art im Erdraume, das Verhältnis der Art zum Standort, das Verhalten der Art in den geologischen Perioden, ihre Entstehung, ihre Einwanderung. Die Untersuchungen werden auch auf andere systematische Einheiten ausgedehnt, auf die Gattung, auf die Familie. Die Erforschung der Flora ist also die Behandlung systematischer Einheiten nach den geobotanischen Problemen.

Behandelt man die Pflanzengesellschaften, so kann man sie nicht von ihrer Ursache, dem Standort, trennen. Der Standort erzeugt die Pflanzengesellschaft. Im Begriff der Pflanzengesellschaft liegt schon das Haushaltliche, es ist die Einheit der pflanzlichen Nationalökonomie oder Soziologie. Die Einheit ist also ökologischer Natur. Daher wird das weite Forschungsgebiet, das sich aufgetan hat, diese Erforschung der Vegetation, die Lehre von den Pflanzengesellschaften, nach Schröter's Vorschlag (Vegetation des Bodensees 1896) als Synökologie bezeichnet. Innerhalb dieser Vegetationsforschung bieten sich wiederum die verschiedenen Probleme, die Verteilung im Raume, das Verhältnis zum Standort und die Veränderung in der Zeit, also eine geographische Synökologie, eine ökologische Synökologie und eine genetische Synökologie.[1])

[1]) Da zeigt es sich nun, dass dasselbe Wort Ökologie einerseits für den Gegenstand und anderseits für die Problemstellung der Forschung benutzt wird, was naturgemäss zu vielen Missverständnissen Anlass gibt. Die einen Forscher legen das Hauptgewicht auf die Problemstellung und ziehen zur sog. ökologischen Pflanzengeographie nur das Standortsproblem der einzelnen Art als autökologische Pflanzengeographie und der Pflanzengesellschaft als synökologische Pflanzengeographie, wobei letztere also nur die ökologische Synökologie umfasst, und die Verbreitung der Pflanzengesellschaften nach dem Einfluss von Klima und Boden in der floristischen Pflanzengeographie behandelt wird (Engler). Andere betonen mehr den Gegenstand und ziehen zur ökologischen Pflanzengeographie die ganze Gesellschaftslehre oder Synökologie, wozu dann noch die Autökologie kommt (Schröter). Raumproblem und genetisches Problem der Pflanzengesellschaften wechseln dadurch den Platz. Andere (Engländer und Amerikaner) gehen noch weiter und nehmen als Haupttitel der Wissenschaft nicht mehr Pflanzengeographie, sondern Ökologie, aber weder der eine noch der andere Haupttitel umfasst logisch alle die besprochenen Probleme: der eine stellt das Raumproblem in den Vordergrund, der andere das Standortsproblem, dann erhält das dritte Problem auch sein Hauptwort und heisst Pflanzengeschichte. Aber das Hauptwort des Titels sollte doch ausdrücken, dass es sich in erster Linie

Wir erhalten durch die Verbindung der drei Probleme mit den beiden Forschungsgegenständen sechs Wissenszweige, von denen sich jeder nach verschiedenen Richtungen erforschen lässt, besonders in zwei Hauptrichtungen, je nachdem man den

---

um eine botanische Wissenschaft handelt, also Botanik, und zwar um das Verhältnis der Pflanzen zur Umwelt, zur Erde, also Geobotanik. Bei dieser Umkehrung des Hauptwortes können allerdings die bestimmenden Eigenschaftswörter auch nicht gleichbleiben. Ist das Raumproblem nicht im Hauptwort enthalten, so muss es für den Teil, der sich wirklich damit beschäftigt, ins Nebenwort aufgenommen werden. Das hat Grisebach, der den Titel Geobotanik einführte, auch richtig getan: die floristische Pflanzengeographie nennt er topographische Geobotanik. Da der Ausdruck Topographie in etwas anderer Umgrenzung fest eingebürgert ist, würde ich vorziehen zu sagen: chorologische Geobotanik. Die beiden andern Nebenwörter, ökologisch und genetisch, können bleiben. Damit beständen die Begriffe für die drei Probleme der Gesamt-Geobotanik. Teilen wir nun zuerst in die beiden Teile der Geobotanik, in die Florenforschung und die Vegetationsforschung oder Pflanzengesellschaftsforschung, so erhalten wir für jeden dieser beiden Teile je die drei genannten Unterabteilungen.

Die Geobotanik zerfällt demnach in die

chorologische Florenforschung,
ökologische Florenforschung,
genetische Florenforschung,
chorologische Vegetationsforschung,
ökologische Vegetationsforschung,
genetische Vegetationsforschung.

Stösst man sich nicht am doppelten Vorkommen des Wortes Ökologie in verschiedener Bedeutung, so kann man für die drei letzteren Abteilungen auch sagen:

chorologische Synökologie,
ökologische Synökologie,
genetische Synökologie.

Da man unter Synökologie ja die Lehre von den Pflanzengesellschaften versteht, kann man sich auch ausdrücken:

chorologische Gesellschaftslehre,
ökologische Gesellschaftslehre,
genetische Gesellschaftslehre,

wobei natürlich immer das pflanzliche mitverstanden ist, so gut wie bei Synökologie das „Phyto-“ nicht ausgesetzt ist. Die menschliche Gesellschaftslehre nennt man Soziologie, das wäre auch hier verwendbar; es wurde in ähnlicher (nicht ganz gleicher) Abgrenzung auch schon vorgeschlagen von P. Jaccard in Flahault und Schröter's phytogeographischer Nomenklatur. III. Internat. Bot. Kongr. Brüssel 1910. Man müsste dann unterscheiden:

chorologische (Phyto-) Soziologie,
ökologische (Phyto-) Soziologie,
genetische (Phyto-) Soziologie.

Soll aber der Hauptausdruck der Geobotanik in jeder Abteitung mitverwendet werden, so könnte auch diesem für die beiden Hauptteile die Silben Auto- und Syn- vorgesetzt werden. Wir erhielten dann:

chorologische Autogeobotanik,	chorologische Syngeobotanik,
ökologische Autogeobotanik,	ökologische Syngeobotanik,
genetische Autogeobotanik,	genetische Syngeobotanik,

oder besser unter Anhängen der Vorsilbe an das Adjektiv:

autochorologische Geobotanik,	synchorologische Geobotanik,
autökologische Geobotanik,	synökologische Geobotanik,
autogenetische Geobotanik,	syngenetische Geobotanik.

Gegenstand oder das Problem in den Vordergrund stellt. Sie bieten immer neue Fragestellungen, die noch dadurch bedeutend vermehrt werden, dass jeder Zweig nicht nur abgeschlossen für sich zu betrachten ist, sondern auch mit jedem andern kombiniert werden kann zu neuer Erkenntnis.

1. Chorologische Florenforschung, autochorologische Geobotanik.

Der erste dieser sechs Wissenszweige wird auch Floristik genannt. Geht man vom Objekt, der Pflanzensippe, aus, so unterscheidet man das Vorkommen jeder Pflanzenart, jeder Varietät, jeder Gattung usw., bestimmt ihr Verbreitungsgebiet, woraus sich das geographische Element ergibt. Man sucht herauszufinden, wie die Pflanze zu ihrem Wohnsitz gekommen ist, ob und wie sie eingewandert ist, also das Einwanderungselement. Geht man vom Raumproblem aus, so untersucht man, welche Pflanzen in einem bestimmten grösseren oder kleineren Raum, einem Gebiet, Bezirk, Land usw. vorkommen, man sammelt oder notiert alle Pflanzen, stellt also die Florenliste[1]) auf. Für einen Grossteil der Gefässpflanzensippen konnte das Gebiet, wenigstens in Europa, ziemlich genau festgestellt werden, auf vielen Reisen auch einigermassen in den übrigen Erdteilen, doch kann dasselbe nicht von den niederen Pflanzen gesagt werden; dazu ergeben sich aus den Systematikstudien immer wieder neue, bisher unerkannte Sippen, deren Verbreitung wieder erforscht werden muss. Auf Grund dieser Listen kann man eine Statistik der Anteile der Gattungen oder Familien an einem Gebiete aufstellen, die Gebiete nach diesen Anteilen miteinander vergleichen. Man findet, dass gewisse Länderstrecken auf Grund der Florenliste zusammengehören, miteinander florenverwandt sind, die einen näher, die andern weiter; man lernt dadurch die Erde einteilen in Florenreiche, diese in Florengebiete, diese wieder in Provinzen, in Unterprovinzen.

2. Chorologische Vegetationsforschung, synchorologische Geobotanik.

Um das Raumproblem der Pflanzengesellschaften zu studieren, muss man die Pflanzengesellschaften selber kennen lernen, ihre floristische Zusammensetzung, die Mengenverhältnisse der einzelnen Bestandteile, die grössere oder kleinere Konstanz, mit der sich ein Bestandteil in der Gesellschaft vorfindet, ferner ob er nur in dieser oder auch in andern Gesellschaften vorkommt, ob er also

---

[1]) In unschöner und nicht eindeutiger Weise meist „Standortskatalog" genannt, ein Ausdruck, der vermieden werden sollte.

mehr oder weniger charakteristisch für sie ist. Man verfolgt nun diese Gesellschaft durch alle Länder, um ihre Verbreitung herauszufinden. Dabei ergeben sich stete Veränderungen. Diese Forschung ist zurzeit noch in den Anfängen. Soviel auch schon daran gearbeitet wurde, so findet man in der besten Übersicht über die Verbreitung der Pflanzengesellschaften, in Eugen Warming's Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie (dritte Auflage von Warming und Gräbner, Berlin 1914—x) fast auf jeder Seite noch Anregungen zu Vervollständigungen (z. B. S. 546 oben, S. 585 unten). Häufiger sind die sog. Monographien, die für ein bestimmtes, meist kleines Gebiet, also vom Raum ausgehend, die darauf vorkommenden Pflanzengesellschaften untersuchen; doch was will sagen „häufig“: es sind auf der Erdkarte erst ein paar winzige Pünktchen, die in diesem Sinne bearbeitet sind.

3. Ökologische Florenforschung, autökologische Geobotanik.

Die autökologische Geobotanik sucht den Standort der Pflanze zu ergründen, zuerst wie sie sich den Standort erwirbt, also ihre Verbreitungsmittel. Man findet anemochore, zoochore, anthropochore Verbreitung, ferner vegetative Verbreitung usw. Dann muss die Pflanze am Standort leben können, ihm angepasst sein; man studiert also die Photomorphosen, die Barymorphosen usw., überhaupt die ganze weitschichtige Anpassungslehre, sei es teleologisch, sei es kausalmechanisch. Man erhält Gruppen wie Xerophyten, Hydrophyten, Halophyten, nach andersartiger Scheidung Gruppen wie die Humboldt'schen und Grisebach'schen Wuchsformen, die allerdings zum grösseren Teil systematischer und nur zum kleineren autökologischer Natur waren und daher, nachdem dies erkannt, hier wenig mehr brauchbar sind.

4. Ökologische Vegetationsforschung, synökologische Geobotanik.

Die Ökologie der Pflanzengesellschaften ist noch weitschichtiger und braucht umfassende Kenntnisse. Eigene Wissenschaften sogar bilden innerhalb dieses Problems die angewandte Ökologie eines einzelnen Gesellschaftstypus, des Waldes, das ist die Forstwissenschaft, ferner die angewandte Ökologie der Wiese, das ist der Futterbau der Landwirtschaft. Vom „Standort“ ist das Klima zu studieren, die Schatten- und Sonnentemperaturen, die Sonnenscheindauer eines Ortes, die Lichtverhältnisse vermittelst Photometer, Spektroskopen usw., Niederschlagsverhältnisse, die Feuchtigkeitsverhält-

nisse mit Atmometern, Evaporimetern usw., die Windrichtungen, Windstärken, die orographischen Faktoren wie die Expositions- und Neigungsverhältnisse, die Bodenfaktoren wie physikalische und chemische Zusammensetzung, Bodentemperatur, Bodenfeuchtigkeit, die Gesteine und ihre Zerfallsprodukte, ferner die biotischen Faktoren wie Wurzelkonkurrenz, Wuchsortskonkurrenz, Blattkonkurrenz, die Einflüsse von Weiden, Düngen, Mähen, Roden, Schwenden, den Einfluss alter wie moderner Kultur, wie die Gesellschaften durch Begünstigung oder Bekämpfung durch den Menschen sich erhalten haben oder verschwunden sind. Die Sitten und Bräuche erhielten viele Pflanzen, verbreiteten sie. Der Wechsel von Breinahrung zu Fladennahrung, zu Brotnahrung, das Aufgeben der Eichelmast und vieles andere haben auch die Pflanzengesellschaften verändert. Neben dem Studium der einzelnen Faktoren muss besonders deren Gesamtwirkung untersucht werden, die einzelnen können sich gegenseitig ersetzen und aus verschiedenen Komponenten eine ähnliche Wirkung erzielen. Das Klima wirkt durch seinen Gesamtcharakter. In den vegetativen Organen drücken sich die Faktoren als ökologische Wuchsformen aus, die noch eingehendes Studium verlangen. Alle diese Standortsforschungen können allein betrieben werden, wie es in Amerika jetzt vielfach gemacht wird, ein interessantes Feld öffnet sich aber, wenn das Raumproblem damit vereinigt wird, der Vergleich der Standorte, d. h. aller besprochenen Faktoren von Gebiet zu Gebiet, von Land zu Land, in verschiedenen Höhenlagen, die Zusammenfassung zusammengehöriger Pflanzengesellschaften auf der ganzen Erde und ihre Erfassung in ihren Verwandtschaftsverhältnissen und in ihrem Wesen, aus dem dann auch ein übersichtliches und natürliches System der Pflanzengesellschaften sich ergeben sollte. In diesen Forschungen stehen wir eigentlich noch fast am Anfang.

5. Genetische Florenforschung, autogenetische Geobotanik.

Gehen wir über zur Pflanzengeschichte, dem Veränderungsproblem der Flora. Von der Veränderung der Pflanze ausgehend, studiert man systematisch-entwickelungsgeschichtlich, wie durch die Verteilung in Raum und Zeit z. B. aus der Grundform einer Gattung die einzelnen Arten und Varietäten sich herausgebildet und verbreitet haben. Von der Erdveränderung ausgehend, ist zu versuchen, die Entwickelung der Flora durch die geologischen Perioden zu verfolgen, Aussterben und Neuauftreten zu erkennen, sei es an einem einzelnen Ort, sei es in Verbindung mit dem Raumproblem in den verschiedenen Gebieten der Erde mit Wechselwirkungen, Bestimmung der

Einwanderungen (historisches Element) und der Entstehung in bestimmtem Erdstrich (genetisches Element).[1])

Die Veränderungen der Art brauchen stets Zeit, und in der Zeit finden stets Veränderungen statt, denn „alles fliesst". Je nachdem man das Hauptgewicht auf das Zeitproblem oder auf das Veränderungsproblem verlegt, kann man dieses Wissensgebiet noch in zwei Unterabteilungen zerlegen: in die eigentliche Florengeschichte, die autochronologische Geobotanik und in die eigentliche Entwickelungslehre der Pflanzensippen oder die auto-(phylo-)genetische Geobotanik im engern Sinn.

6. Syngenetische Geobotanik.

Es folgt noch die genetische Vegetationsforschung, die auch von zwei verschiedenen Seiten zu betrachten ist. Von den Veränderungen der Pflanzengesellschaften ausgehend, studiert man die verändernd wirkenden Faktoren und das Resultat ihrer Wirkung; sind sie biotischer Natur, so erhält man die biotischen Sukzessionen; bestehen sie in Erosion und Alluvion, nennt man sie (nach Cowles) topographische Sukzessionen; sind sie durch den Klimawechsel geologischer Perioden bedingt, heissen sie klimatische Sukzessionen.[2])

Von den Veränderungen der Erde in der Zeit ausgehend, sind die Pflanzengesellschaften in den verschiedenen Erdperioden zu studieren, also die Pflanzengesellschaften des Diluviums mit ihren Standorts- und Raumproblemen, die Pflanzengesellschaften des Tertiärs wiederum mit ihren Standorts- und Raumproblemen; Forschungsgebiete, die bisher noch kaum in Angriff genommen worden sind.

Auch hier kann man wiederum das Zeitproblem in den Vordergrund stellen und synchronologische Geobotanik treiben, oder man betrachtet hauptsächlich das Veränderungsproblem, das ergibt den Formationswandel, die Sukzessionsforschung oder syngenetische Geobotanik im engern Sinne.

Aus kleinen Anfängen hat sich ein grosses Forschungsgebiet entwickelt, und ich hoffe, verehrte Anwesende, in diesem kurzen Überblick wenigstens andeutungsweise klargelegt zu haben, welch bedeutendes Wissensgebiet die Geobotanik darstellt, was sie schafft und was sie erstrebt. Reiche Gebiete haben sich erschlossen und werden es noch tun. Die erreichten Resultate und die gesteckten

---

[1]) Ein Einzelthema dieses Zweiges, die Geschichte der Kulturpflanzen, sei noch erwähnt.

[2]) Regional successions: Cowles 1911; successions phylogénétiques: Braun und Furrer 1913.

Ziele lohnen wohl der darauf verwendeten Arbeit und Mühe. In erster Linie kommen die Arbeiten der Wissenschaft, der reinen Erkenntnis zugute, aber ihre Rückwirkung macht sich auch in hohem Masse fördernd geltend auf Forst- und Landwirtschaft im besonderen, im allgemeinen auf die gesamte Kulturwirtschaft.

Die Wissenszweige der Geobotanik.

		Forschungsgegenstand	
		Pflanzensippe (Flora)	Pflanzengesellschaft (Vegetation)
Forschungsproblem	Raumproblem	Autochorologische Geobotanik	Synchorologische Geobotanik
	Standortsproblem	Autökologische Geobotanik	Synökologische Geobotanik
	Veränderungsproblem	Autogenetische Geobotanik	Syngenetische Geobotanik

Mitteilungen aus dem botanischen Museum der Universität Zürich.
(LXXVIII.)

I.

Beiträge zur Kenntnis der Schweizerflora (XVII).

Herausgegeben von Hans Schinz (Zürich).

Studien über die geographische Verbreitung schweizerischer Arten und Formen des Genus Rubus.

Von **Robert Keller** (Winterthur).

(Als Manuskript eingegangen am 31. August 1917.)

3. Mitteilung. [1])

Die Rubi des Schauenberges bei Turbental.

Das Material zu dem nachfolgenden kleinen Beitrag zur Kenntnis der geographischen Verbreitung der in der Schweiz beobachteten Arten, Unterarten, Varietäten und Formen des Genus Rubus wurde auf zwei Exkursionen am 8. und 12. August 1914 gesammelt. Eine Anzahl mir zweifelhafter oder unbekannter Formen hat Herr Professor Sudre in gewohnter Liebenswürdigkeit revidiert, bez. bestimmt. Ich bin ihm für das Interesse, das er stets an meinen batographischen Arbeiten nimmt, von neuem zu grossem Dank verpflichtet. Die gesonderte Zusammenstellung der Brombeeren des Schauenberges soll ein, wie mir scheint, recht hübsches Beispiel der Mannigfaltigkeit der Brombeerflora selbst eines engumschriebenen Gebietes sein. Die nachfolgend verzeichneten Formen finden sich auf einer Fläche von ca. 5 Quadratkilometern. Einlässlichere Beobachtungen namentlich auf dem Nord- und Ostabhang des Höhenzuges dürften aller Wahrscheinlichkeit nach noch einige Bereicherungen, im besonderen aus der Gruppe der Glandulosi, bringen.

Subgenus Cylactis Rafin.

R. saxatilis Linné — Sudre, Monogr. p. 254.
Zwischen Hutzikon und Weid ob Turbental.

[1]) Vergl. Mitteilungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Winterthur, Heft 9 (1912) und 10 (1914).

Subgenus Idaeobatus Focke.

R. Idaeus Linné — Sudre, Monogr. p. 253.

Durch das ganze Gebiet sehr häufig.

Subgenus Eubatus Focke.

1. *Section Suberecti* Ph. J. Müller.

R. sulcatus Vest — Sudre, Monogr. p. 17.

Ob dem Gyrenbad am Weg zum Schauenberg, eine durch auffallend schwache Stacheln ausgezeichnete Form. Ganz vereinzelt.

2. *Section Silvatici* Ph. J. Müller.

1. *Subsection Discoloroides* Genevier.

R. Mercieri Genevier — Sudre, Monogr. p. 66, f. latifolia Sudre in sched.

Foliolum terminale suborbiculare, profunde cordatum, breviter et subabrupte acuminatum; turio et rhachis inflorescentiae glandulis relative crebris, aculeis subrectis.

Schwendi am Schauenberg, häufig.

2. *Subsection Discolores* Ph. J. Müller.

R. bifrons Vest — Sudre, Monogr. p. 30.

Vor Weid ob Turbental, ziemlich häufig.

R. procerus Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 87.

Schauenberg.

R. thyrsoideus Wimmer — Sudre, Monogr. p. 90.

R. tumidus Gremli — Sudre, Monogr. p. 92.

Vor Weid ob Turbental. Selten.

R. thyrsanthus Focke — Sudre, Monogr. p. 91.

An der Strasse von Turbental nach Gyrenbad.

3. *Section Appendiculati* Genevier.

1. *Subsection Tomentosi* Wirtgen.

R. tomentosus Borkhaus — Sudre, Monogr. p. 98.

Vor Weid ob Turbental; häufig. — An der Strasse von Turbental nach Gyrenbad; nicht selten. — Ob Oberschlatt am Schauenberg usf.

R. Lloydianus Genevier — Sudre, Monogr. p. 99.

Schwendi; sehr reichlich. — Gegen Weid; nicht selten. — An der Strasse von Turbental nach Gyrenbad; häufig. — Ob Gyrenbad am Schauenberg; häufig.

R. Lloydianus Gen. ist im Gebiete viel häufiger als der typische R. tomentosus Borkh.

var. hypoleucus (Vest) Sudre, Monogr. p. 99.

Häufig und üppig im Jungholz ob Schwendi.

R. subparilis Sudre, Monogr. p. 100.

Hin und wieder vor Weid am Schauenberg; wenn auch an einzelnen Stellen häufig, doch viel seltener als der typische R. Lloydianus Gen.

Im Gebiete finden sich auch Übergangsformen zwischen den verschiedenen Vertretern der Tomentosi.

× **R. trachypus** Boulay et Gill. — Sudre, Monogr. p. 100.
= R. Lloydianus × R. procerus.

In Sudre l. c. sind zwei Fundorte aus Frankreich und einer aus Deutschland erwähnt.

Vor Weid (teste Sudre!). — Neu für die Schweiz.

× **R. similigemus** Sudre, Monogr. p. 100.
= R. Lloydianus × R. vestitus.

Zwischen Turbental und Gyrenbad (teste Sudre!).

2. *Subsection Vestiti* Focke.

R. vestitus Weihe — Sudre, Monogr. p. 101.

R. leucanthemus Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 102.

Schauenberg; eine etwas drüsenarme Form.

× **R. leucanthemoides** Sudre, Monogr. p. 102.
= R. leucanthemus × R. albiflorus.

Sudre gibt l. c. zwei Fundorte aus Frankreich an.

Weid am Schauenberg, vor dem letzten Aufstieg (teste Sudre!). — Neu für die Schweiz.

× **R. disparatus** Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 103.
= R. vestitus × R. Lloydianus.

Bei der Hütte Nr. 137 an der Strasse von Gyrenbad nach Turbental. — Schwendi am Schauenberg (teste Sudre!), fast häufig. — Ob Weid.

R. podophyllus Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 108.

Ob Gyrenbad gegen Oberschlatt (teste Sudre!).

R. Muelleri Lefèvre — Sudre, Monogr. p. 114.

Schwendi am Schauenberg (teste Sudre!), vom Typus durch etwas gröbere Zahnung der Blätter und spärlichere Entwicklung der Stieldrüsen des Blütenstandes abweichend.

R. Colemannii Bloxam — Sudre, Monogr. 116.

R. Gremlii Focke — Sudre, Monogr. 117.

Sehr vereinzelt vor Weid.

var. macrocardiacus (Sabranski) Sudre, Monogr. p. 117.

Sudre nennt l. c. nur einen Fundort aus Schlesien.

Schauenberg (teste Sudre!). Vom Typus als f. gracilenta abweichend. — Neu für die Schweiz.

var. Weicheri (Hofmann) Sudre, Monogr. p. 117.

Nach Sudre l. c. bisher von einem Fundort aus Sachsen und zwei aus Bayern bekannt.

Guhwiler Bachtälchen ob Elgg (teste Sudre!). Hofmanns „Art“ sehr nahestehend. — Neu für die Schweiz.

R. Schmidelyanus Sudre, Monogr. p. 119.

R. amictus Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 121.

Bisher nur aus Frankreich bekannt.

Schauenberg (teste Sudre!). — Neu für die Schweiz.

R. hebecaulis Sudre, Monogr. p. 123.

Schauenberg (teste Sudre!).

3. *Subsection Radulae* Focke.

R. Genevievi Boreau — Sudre, Monogr. p. 131.

R. brevistachys Sudre, Monogr. p. 132.

Sudre erwähnt l. c. je einen Standort aus Frankreich u. England.

Ob Schwendi am Schauenberg (teste Sudre!). — Neu für die Schweiz.

R. foliosus Weihe — Sudre, Monogr. p. 145.

R. flexuosus Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 146.

Schwendi; hin und wieder.

R. insericatus Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 148.

Guhwiler Bachtälchen ob Elgg; hin und wieder.

R. pallidus Weihe — Sudre, Monogr. p. 153.

R. chlorocaulon Sudre, Monogr. p. 154.

Ob Weid gegen den Schauenberg (teste Sudre!).

R. Menkei Weihe — Sudre, Monogr. p. 159.

R. bregutiensis Kerner — Sudre, Monogr. p. 161.

Weid — Schauenberg etc.; überall häufig.

4. *Subsection Hystrices* Focke.

R. Koehleri Weihe — Sudre, Monogr. p. 184.

R. Reuteri Mercier — Sudre, Monogr. p. 186.

Ob Schwendi, Schauenberg (teste Sudre!); nicht häufig.

5. *Subsection Glandulosi* Ph. J. Müller.

R. tereticaulis Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 194.

Ob Weid. An der Strasse von Turbental nach Gyrenbad.

R. miostylus N. Boulay — Sudre, Monogr. p. 195.

Schauenberg. — Weid vor dem letzten Aufstieg auf den Schauenberg; nicht selten.

var. glaucescens Sudre, Monogr. p. 195.

Ob Schwendi; hin und wieder (teste Sudre!).

R. fragariiflorus Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 195.

Schwendi, eine durch wollige Fruchtknoten vom Typus abweichende Form.

var. perangustus Sudre, Monogr. p. 195.

Ob Schwendi am Schauenberg; selten. Vom Typus durch die fast einfache Zahnung abweichend.

R. derasifolius Sudre, Monogr. p. 196.

Vor Weid, hin und wieder.

R. curtiglandulosus Sudre, Monogr. p. 196.

Schauenberg; stellenweise häufig. — Ob Schwendi.

var. protensus, Sudre, Monogr. p. 196.

Schauenberg, stellenweise häufig. — Hier auch eine durch die z. T. längeren Stieldrüsen gegen R. hirtus W. K. abändernde Form.

R. subalpinus Sudre, Monogr. p. 197.

Schwendi; nicht häufig.

R. finitimus Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 198.

Schauenberg, eine der var. megathyrsos Sudre sich nähernde Abänderung.

R. argutipilus Sudre, Monogr. p. 199.

Ob Schwendi.

× **R. procerifrons** Sudre und Keller, neu.

Nach Sudre = R. Schleicheri × R. procerus.

Validus; turio procumbens, angulatus, faciebus planis vel leviter sulcatis, pilosus, heteracanthus, aculeis crebris flavescentibus, majoribus compressis, basi dilatatis, falcatis, minoribus acicularibus papulaeformibusve et glandulis ± inaequalibus relative paucis munitus; folia 3-nata, nonnula 4 vel incomplete 5-nata, magna, supra parce pilosa, subtus viridi-cinerascentia, juniora manifeste discolaria, grosse et inaequaliter serrata; folium terminale late ovatum, basi emarginatum, apice acuminatum; petiolus pilosus, parce glandulosus, aculeis paucis falcatis. Stipulae margine disperse glandulosae; ramus florifer angulatus piloso-hirsutus, parce glandulosus, aculeis flavecentibus munitus; inflorescentia perfoliata, folia subtus tomentoso-cinerascentia, foliolum terminale ± rhomboideum; flores magni; sepala post anthesin reflexa, tomentosa, appendiculata, inermia et eglandulosa; petala rosea, subrotunda; stamina stylos superantia; germina glabra; substerilis.

Schwendi am Schauenberg (teste Sudre!).

R. Schleicheri Weihe — Sudre, Monogr. p. 198.

R. inaequabilis Sudre, Monogr. p. 205.

In einem Schlag ob dem Gyrenbad gegen Oberschlatt.

R. rivularis Ph. J. Müller u. Wirtgen — Sudre, Monogr. p. 207.

R. setiger Lefèvre und Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 208.

Schauenberg (teste Sudre!).

× **R. Kupcokianus** Borbás — Sudre, Monogr. p. 213.

= R. serpens × R. Lloydianus.

In Sudre l. c, wird ein Fundort aus Ungarn erwähnt.

Schauenberg (teste Sudre!). — Neu für die Schweiz.

R. serpens Weihe — Sudre, Monogr. p. 212.

R. chlorostachys Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 218.

Ob Schwendi (teste Sudre!).

R. hirtus Waldstein und Kitaibel — Sudre, Monogr. p. 221.

var. perpetiolulatus Sudre, Monogr. p. 222.

Schwendi.

R. offensus Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 223.

Ob Schwendi.

var. subrubiginosus Sudre, Monogr. p. 224.

Ob Weid (teste Sudre!).

R. Guentheri Weihe — Sudre, Monogr. p. 224.

var. tenuidens Sudre, Monogr. p. 224.

Ob Weid (teste Sudre!); nicht selten. Hier kommt auch eine etwas kurzdrüsige und damit gegen R. tereticaulis Ph. J. M. neigende Abänderung vor.

R. anoploclades Sudre, Monogr. p. 226.

Schauenberg.

var. leptocladus Sudre, Monogr. p. 226.

Ob Schwendi.

var. fasciculiflorus Sudre, Monogr. p. 226.

Ob Gyrenbad gegen Ober-Schlatt (teste Sudre!), neben der typischen Form hin und wieder.

var. delicatulus Sudre, Monogr. p. 226.

Schauenberg, eine durchblätterte Abänderung (f. foliosa Sudre in sched).

R. minutidentatus Sudre, Monogr. p. 227.

Schauenberg; hin und wieder.

R. pectinatus Sudre und Gravet — Sudre, Monogr. p. 227.

Bei Schwendi, eine durch wollig behaarte Fruchtknoten ausgezeichnete Abänderung.

R. Kaltenbachii Metsch — Sudre, Monogr. p. 228.

Schauenberg.

4. *Section Triviales* Ph. J. Müller.

R. cæsius Linné — Sudre, Monogr. p. 233.

Sehr häufig im ganzen Gebiet.

× **R. sulcatiformis** Sudre, Monogr. p. 234.
= R. sulcatus × R. caesius.
Schauenberg, gegen Weid, hin und wieder.

× **R. ambifarius** Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 244.
= R. thyrsanthus × R. caesius.
An der Strasse von Turbental nach Gyrenbad, so bei der Hütte Nr. 137. Eine f. gracilenta Sudre in sched. hin und wieder am Waldweg von Hutzikon nach Weid.

× **R. deltoideus** Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 245.
= R. tomentosus Lloydianus × R. caesius.
Vor Weid; nicht selten.

× **R. scabrosus** Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 245.
= R. vestitus × R. caesius.
An der Strasse von Turbental nach Gyrenbad.

× **R. nodiflorus** Gremli — Sudre, Monogr. p. 252.
= R. tereticaulis × R. caesius.
Schwendi am Schauenberg.

In dem kleinen Gebiete konnten also auf zwei Exkursionen gesammelt werden:

26 Hauptarten, 13 derselben nur durch Unterarten vertreten,
27 Unterarten,
14 Varietäten und
12 Bastarde.

Neu für die Schweiz sind zwei Unterarten, zwei Varietäten und vier Bastarde. Einer derselben ist überhaupt neu.

Die Rubi der Egg.

Die Egg ist der nordwestlichste Höhenzug des Kantons Zürich zwischen der Surb und dem Tägerbach. Die eine Exkursion in dieses Gebiet beschränkte sich auf den nordwestlichsten Teil, die Höhe oberhalb Niederweningen und Wasen und ging nicht über die nördliche Senkung hinaus, ca. 3 Quadratkilometer. Auch von diesem Material hat Sudre einen Teil in liebenswürdiger Weise revidiert.

Subgenus Idaeobatus Focke.

R. Idaeus L. — Sudre, Monogr. p. 25.
Durch das ganze Gebiet sehr häufig.

Subgenus Eubatus Focke.

1. *Section Suberecti* Ph. J. Müller.

R. suberectus Anders. — Sudre, Monogr. p. 17.

Ob Niederweningen.

R. sulcatus Vest — Sudre, Monogr. p. 17.

Im gemischten Laubwald (Eiche vorherrschend, Föhre); Niederwuchs Vaccinium, Calluna.

2. *Section Silvatici* Ph. J. Müller.

Subsection Discolores Ph. J. Müller.

R. procerus Ph. J. Müller.

var. robustus Sudre, Monogr. p. 87.

Ob Niederweningen. — Auf der Egg ob Wasen.

3. *Section Appendiculati* Genevier.

1. *Subsection Tomentosi* Wirtgen.

R. tomentosus Borkh. — Sudre, Monogr. p. 98.

Ob Wasen an der Waldstrasse zur Egg.

2. *Subsection Vestiti* Focke.

R. vestitus Weihe — Sudre, Monogr. p. 101.

Ob Niederweningen neben Specimen mit deutlich rotgefärbten Blüten auch solche mit ganz blassen. R. leucanthemus Ph. J. Müller mit rein weissen Blüten beobachtete ich indessen nicht.

3. *Subsection Radula* Focke.

R. Radula Weihe — Sudre, Monogr. p. 127.

Auf dem Abhang des Plateaus der Egg gegen Wasen (teste Sudre!).

R. micans Godr.

R. albicomus Gremli.

var. chloropsis Sudre, Monogr. p. 138.

An Waldstrassen stellenweise häufig und oft in überaus üppigen Stauden. (Vis. Sudre!)

R. foliosus Weihe — Sudre, Monogr. p. 145.

Eine schlanke, im übrigen typische Form (teste Sudre!).

R. Menkei Weihe — Sudre, Monogr. p. 159.

„Tannen“ auf der Egg. (Vis. Sudre!)

R. insericatus Ph. J. Müller.

R. adornatiformis Sudre, Monogr. p. 150.

Sudre erwähnt l. c. Standorte aus Frankreich, Deutschland und Österreich.

Ob Niederweningen (teste Sudre!). — Neu für die Schweiz.

4. *Subsection Rudes* Sudre.

R. rudis Weihe — Sudre, Monogr. p. 166.

Ob Niederweningen.

× **R. rudinus** Sudre, Monogr. p. 167.

R. rudis × R. bifrons.

Ob Wasen auf der Egg (teste Sudre!).

R. adornatus Ph. J. Müller.

var. styriacus Sudre, Monogr. p. 173.

Bisher nur von einem Standort aus Steiermark bekannt, vergl. Sudre, l. c.

Ob Niederweningen (teste Sudre!). — Neu für die Schweiz; der Typus der Art wurde bisher in der Schweiz noch nicht nachgewiesen.

R. obtruncatus Ph. J. Müller.

R. venustus Favrat — Sudre, Monogr. p. 176.

Unterhalb „Tannen“ auf der Egg (teste Sudre!).

5. *Subsection Glandulosi* Ph. J. Müller.

R. tereticaulis Ph. J. Müller.

R. curtiglandulosus Sudre.

var. protensus Sudre, Monogr. p. 196.

Ob Niederweningen (vis. Sudre!).

R. finitimus Sudre, Monogr. p. 198.

Ob Niederweningen (vis. Sudre!).

var. pycnothyrsus Rob. Keller, var. nova. Turio glandulis brevissimis; folia manga, 5-nata, argute et inaequaliter serrata; foliolum terminale subrotundum vel late obovatum, emarginatum, abrupte longe acuminatum; inflorescentia compacta, rhachis brevissime glandulosa, pilosa; sepala inermia, dense et brevissime glandulosa, acuminata; germina longe pilosa.

Ob Niederweningen.

Sudre bemerkt: Remarquable par ses glandes très courtes, son inflorescence compacte.

R. Schleicheri Weihe — Sudre, Monogr. p. 198.
Ob Niederweningen (vis. Sudre!).

var. longiramulus Sudre, Monogr. p. 199.
Sudre gibt l. c. nur einen Standort aus Ungarn an.
Ob Niederweningen (teste Sudre!). — Neu für die Schweiz.

R. mucronipetalus Ph. J. Müller.
var. sericiger Sudre, Monogr. p. 200.
Sudre gibt l. c. nur einen Standort aus der Haute-Garonne an.
Hinter der Platte auf der Egg bei Niederweningen (teste Sudre!). — Neu für die Schweiz.

R. graciliflorens Sudre, Monogr. p. 206.
Sudre gibt l. c. einige Standorte aus Frankreich und Bayern an.
Im Erlenmoos auf der Egg (teste Sudre!), eine durch behaarte Fruchtknoten abweichende Form. — Neu für die Schweiz.

R. Bellardii Weihe — Sudre, Monogr. p. 206.
Hinter der Platte auf der Egg (vis. Sudre!).

R. rivularis Ph. J. Müller u. Wirtgen.
R. spinosulus Sudre.
var. exacutus (Ph. J. M.) Sudre, Monogr. p. 210.
Nach Sudre l. c. bisher von zwei Standorten aus dem Elsass und einem Standort aus Ungarn bekannt.
Hinter der Platte auf der Egg (teste Sudre!). — Neu für die Schweiz.

R. horridulus Ph. J. Müller.
var. horridipes Sudre, Monogr. p. 211.
Ob Niederweningen (teste Sudre!).

R. serpens Weihe.
var. puripulvis Sudre, Monogr. p. 213.
Bei der Kiesgrube auf der Egg (vis. Sudre!).

R. obrosus Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 216.
In den „Tannen“ (teste Sudre!).

R. angustifrons Sudre, Monogr. p. 217.
Ob Niederweningen (teste Sudre!).

R. chlorostachys Ph. J. Müller.

var. convexifolius Sudre, Monogr. p. 218.

Ob Wasen auf dem Plateau der Egg (teste Sudre!).

R. leptadenes Sudre.

var. acutisepalus Sudre, Monogr. p. 220.

Ob Niederweningen (teste Sudre!).

R. longiglandulosus Sudre, Monogr. p. 220.

Erlenmoos auf der Egg (vis. Sudre!).

R. hirtus W. K.

R. offensus Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 223.

„Tannen" auf der Egg.

R. Guentheri Weihe.

var. livescens Sudre, Monogr. p. 224.

„Unter-Tannen" auf der Egg (vis. Sudre!).

R. anoplocladus Sudre, Monogr. p. 226.

Unterhalb „Tannen".

R. nigricatus Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 226.

Hinter der „Platte" auf der Egg (teste Sudre!).

× **R. tenuidentatiformis** Sudre, Monogr. p. 231.

= R. tenuidentatus × R. bifrons.

Bisher nach Sudre l. c. nur von einem Standort in Schlesien bekannt.

Ob Wasen (teste Sudre!). — Neu für die Schweiz.

R. minutidentatus Sudre, Monogr. p. 227.

„Tannen" auf der Egg.

4. *Section Triviales* Ph. J. Müller.

R. cæsius Linné — Sudre, Monogr. p. 233.

Hecken, Waldrand, überall.

var. glandulosus Focke, Syn. VI, p. 627.

Nicht selten neben dem Typus.

× **R. semirivularis** Sudre, Monogr. p. 252.
= R. rivularis × R. caesius.
Ob Niederweningen (vis. Sudre!).

× **R. Villarsianus** Focke — Sudre, Monogr. p. 253.
= R. hirtus × R. caesius.
Stellenweise sehr häufig, so im Erlenmoos, bei der Kiesgrube etc.

Die Rubi des Pfannenstiels.

Das Gebiet, für welches wir das Stichwort Pfannenstiel wählten, ist der Waldweg von Küsnacht am Zürichsee über Limberg, Guldenen zum Pfannenstiel, eine Wegstrecke von ca. 8 Kilometern. Etwa die Hälfte bis zwei Drittel des Weges führen durch Wald. Die Exkursion fiel in die zweite Woche des August und damit in eine Zeit, in der in den tieferen Lagen die Brombeeren bereits abgeblüht hatten. Dieser Umstand mag dem Ergebnis der Exkursion einigen Eintrag getan haben. Wir stellen im Nachfolgenden die Arten, Unterarten und Varietäten zusammen, ohne die Sektionen zu wiederholen. Auch den Hinweis auf Sudres Monographie bringen wir nur dort, wo es im Voranstehenden nicht schon geschehen ist.

R. Idaeus Linné.
Durch das ganze Gebiet nicht selten.

R. suberectus Anderson.
Küsnachter Tobel.

R. Mercieri Genev.
Am Waldrand unterhalb Limberg an einer Stelle eine grössere Kolonie (vis. Sudre!).

R. bifrons Vest.
Ob dem Küsnachter Tobel.

R. procerus Ph. J. Müller.
var. robustus Sudre.
Waldrand vor Limberg.

R. arrigens Sudre, Monogr. p. 89.
Ob Erlenbach gegen Limberg.

R. thyrsoideus Weihe.
R. candicans Weihe.
var. oblongatus Sudre, Monogr. p. 92.
Unterhalb Limberg. — Vor Rütihof.

R. Schmidelyanus Sudre, Monogr. p. 119.

var. subcandidus Sudre et Keller, var. nova.

Turio obtusangulus, laxe pilosus, glandulis subnullis; folia 5-nata, supra parce pilosa, subtus subcandida pilis densis partim simplicibus, partim gemminatis stellulatisque; foliolum terminale obovatum, leviter emarginatum, acuminatum, petiolulo proprio triplo vel quadruplo longius; folia ramealia discoloria; inflorescentia interrupta, supra aphylla, aculeis debilibus armata; petala alba; stamina stylis subaequilonga; germina hirsuta.

Wald bei Limberg (teste Sudre!).

R. foliosus Weihe.

R. flexuosus Ph. J. Müller.

Erlenbachwald (vis. Sudre!).

R. Menkei Weihe.

R. muricatus Boul. et Gill.

var. rupigenus Sudre, Monogr. p. 160.

Sudre gibt l. c. zwei Fundorte aus Frankreich an.

Pfannenstiel (teste Sudre!). — Neu für die Schweiz.

R. bregutiensis Kerner.

Im ganzen Gebiet sehr häufig.

R. homalus Sudre, Monogr. p. 162.

Vor Limberg — Pfannenstiel — Erlenbacherwald.

Sudre schreibt hierzu: Ce n° a à peu près la facies du R. rudis Wh.; toutefois le calice est nettement réfléchi et il y a lieu d'y voir le R. omalus Sudre; le type du midi de la France s'éloigne davantage du R. rudis Wh.

R. rigiduliformis Sudre.

var. glandulifolius Rob. Keller, var. nova.

Gracilis; turio obtusangulus, crebre et inaequaliter armatus aciculis falcatis compressis et papulaeformibus, crebre et inaequaliter glandulosus glandulis atropurpureis; folia 3—5-nata, subtus viridia, parce pilosa, supra glabrescentia, inaequaliter et grosse serrata; foliolum terminale obovato-rhomboideum, basi integrum vel leviter emarginatum, apice abrupte acuminatum; inflorescentia elongata, usque ad apicem perfoliata, folia superiora supra et margine ± stipitato-glandulosa, subtus nervo medio nervisque secundariis disperse glandulosa; inflorescentiae rhachis, pedunculi pedicellique crebre

aculeati, glandulae atropurpureae breves; sepala appendiculata; petala alba, obovata; stamina stylis subaequilonga, germina glabra.

Pfannenstiel (vis. Sudre!).

R. tereticaulis Ph. J. Müller.

R. miostylus Boul. — Sudre, Monogr. p. 195.

Pfannenstiel.

R. curtiglandulosus Sudre.

Pfannenstiel (vis. Sudre!).

var. protensus Sudre, Monogr. p. 196.

Eine f. obscura mit auffallend dunkler Belaubung vom Pfannenstiel (teste Sudre!).

var. subvestitus Sudre et Keller, var. nova.

Turio, ramus, petioli, pedunculi dense pilosi; folia utrinque pilosa; germina glabra; glandulae obscurae.

Erlenbacherwald gegen den Pfannenstiel (teste Sudre!).

R. finitimus Sudre.

Gegen Limberg.

R. rivularis Ph. J. Müller und Wirtgen.

R. aculeolatus Ph. J. Müller — Sudre, Monogr. p. 212.

Eine Abänderung mit weniger stachelreichem Blütenstand am Pfannenstiel (teste Sudre!).

R. serpens Weihe.

R. angustifrons Sudre, Monogr. p. 217.

Bei Limberg (vis. Sudre!).

R. hirtus W. K.

f. acridentulus Sudre, Monogr. p. 222.

Pfannenstiel.

R. Pierratii N. Boul.

var. foliosus Rob. Keller, var. nova.

Folia incomplete 5-nata, utrinque adpresse pilosa, nitescentia, profunde et grosse compositoserrata; foliolum terminale sensim longe acuminatum, leviter emarginatum; inflorescentia perfoliata, foliis superioribus superata, dense pilosa; styli rosei; germina laxe pilosa.

Pfannenstiel (vis. Sudre!).

R. offensus Ph. J. Müller.
Pfannenstiel (vis. Sudre!).

R. Guentheri Weihe.
Pfannenstiel in Formen mit typisch schmalblätterigen Endblättchen und in Formen, die durch breitere Endblättchen den Übergang zu R. crassus Hol. bilden.

R. nigricatus Ph. J. Müller.
var. Burnati (Favrat) Sudre, Monogr. p. 226.
Pfannenstiel, im Erlenbacherwald.

R. minutiflorus W. K.
var. subimbricatus Sudre, Monogr. p. 230.
Ob Rütihof (teste Sudre!).

var. stenocalyx Sudre, Monogr. p. 230.
Pfannenstiel (vis. Sudre!). — Neu für die Schweiz.

R. anisacanthoides Sudre, Monogr. p. 233.
Ob Küsnacht. — Vor Rütihof.

× **R. nodiflorus** Gremli.
= R. tereticaulis × R. cæsius.
Ob Küsnacht.

Verzeichnis der von Herrn W. Werndli 1916 im Kanton Uri gesammelten Rosen.

Robert Keller (Winterthur).

(Als Manuskript eingegangen am 30. November 1916.)

Die Publikation der Werndli'schen Urner-Rosen war noch zurückgelegt worden weil sich der Sammler vorgenommen hatte, noch weitere Sommerferien der Durchforschung der Urkantone zu widmen und wir daher hoffen durften, noch einer reichen Ausbeute entgegensehen zu können. Leider hat das unerbittliche Schicksal jäh Halt geboten: in den Abendstunden des 14. Januar dieses Jahres ist unser Freund. der vortreffliche Jugenderzieher, zur ewigen Ruhe eingegangen. Ein schwerer Verlust für seine Familie, die Schule, seine Freunde und die Floristik. Das Herbarium Wilhelm Werndli's ist in den Besitz unseres Museums übergegangen.

(Hans Schinz.)

R. canina L. var. ***lutetiana*** (Leman) Baker
Wald bei Frenschenberg gegen Bristen, 810 m.

R. canina L. var. ***lutetiana*** (Leman) Baker f. ***lasiostylis*** Borbas
Gebüsch bei Frenschenberg gegen Bristen, 810 m.

R. dumetorum Thuill. var. ***trichoneura*** Christ.
An der Gotthardstrasse ob Amsteg gegen Gurtnellen, ca. 540 m.

R. vosagiaca Desportes var. ***subcanina*** (H. Braun) Rob. Keller.
An der Gotthardstrasse ob Amsteg gegen Gurtnellen, ca. 540 m; Gebüsch auf dem Dachli ob Frenschenberg; Bristen, ca. 920 m (eine grossblättrige Modifikation); Frenschenberg bei Bristen, ca. 820 m.

R. coriifolia Fr. var. ***hirtifolia*** (H. Braun) Rob. Keller.
Auf dem Dachli-Frenschenberg; Bristen, ca. 900 m.
Neu für die Schweiz.

R. rubrifolia Vill. var. ***glaucescens*** (Wulfen) Rob. Keller.
Felsen der Breitlaui in Hinter-Bristen, ca. 830 m.

R. obtusifolia Desv. var. ***obtusifolia*** Desv.
Hecken hinter Bristen, ca. 820 m.

R. abietina Grenier var. ***typica*** Christ.
Hecke auf dem Dachli ob Frenschenberg, Bristen, ca. 920 m.

R. abietina Grenier var. ***typica*** Christ f. ***inermis*** Rob. Keller nov. f. Rami floriferi inermes.

Dachli-Frenschenberg; Bristen, 920 m.

R. abietina Grenier f. ***nuda*** Rob. Keller nov. f.

Ramulorum aculei plerumque geminati, leviter curvati. Folia 5-nata. Stipulae angustae, glabrae, margine glandulis subsessilibus, auriculis acutis, subtus eglandulosae. Petioli breviter pilosi, glandulis subsessilibus. Foliola ***late ovata,*** *terminalia apice ± sensim acuminata, basi subtruncata vel leviter emarginata, subtus eglandulosa vel hinc inde disperse glandulosa, adpresse pilosa, supra glabra;* ***serratura aperta, profunda,*** *composita.* ***Pedicelli nudi.*** *Receptacula subglobosa, nuda. Sepala dilatata, dorso eglandulosa. Styli ±* ***dense pilosi.***

Ob Amsteg gegen Frenschenberg, ca. 540 m. Steht der var. vignensis Rob. Keller durch die mangelnde Hispidität der Blütenstiele und die fehlende Drüsigkeit der Rücken der Kelchblätter so nahe, dass sie als eine Form der Varietät aufgefasst werden muss, vom Typus der Varietät verschieden durch die schwächere Behaarung, die breitere Form der Blättchen, die tiefe Zahnung und die Behaarung der Griffel.

R. uriensis Lagger et Puget var. ***typica*** Rob. Keller.

Frenschenberg gegen Bristen, ca. 815 m; Hecken hinter Bristen, ca. 830 m; am Weg von Hinter-Bristen auf die Breitlaui, ca. 900 m.

R. uriensis Lagger et Puget var. ***biserrata*** Rob. Keller f. ***adenophora*** Rob. Keller (in Schinz u. Keller, Flora der Schweiz, II (1914), 208 sub var. adenophora Rob. Keller).

Am Weg von Amsteg nach Frenschenberg, ca. 600 m, auch schon bei 540 m.

R. uriensis Lagger et Puget var. ***glandulifera*** Rob. Keller.

Gebüsch in Hinter-Bristen, 810 m.

R. eglanteria L. var. ***comosa*** (Ripart).

Auf dem Dachli; Frenschenberg-Bristen, ca. 920 m; am Weg von der Talbrücke Bristen nach der Golzern, ca. 920 m.

R. eglanteria L. zwischen var. *comosa* (Ripart) und var. *fallax* (Rob. Keller).

Am Weg von Bristen nach Waldiberg, ca. 850 m.

R. micrantha Sm. var. ***typica*** Christ.

Hecke bei Frenschenberg; Bristen ca. 818 m, auch bei 850 m.

R. micrantha Sm. var. ***typica*** Christ gegen var. *salvanensis* (De la Soie) Christ.

Frenschenberg-Bristen, ca. 900 m.

R. micrantha Sm. var. ***serrata*** Christ f. ***varians*** Rob. Keller nov. f.

Folia inferiora ramulorum floriferum subtus glandulosa in nervis nervillisque, folia superiora eglandulosa vel solum glandulis dispersis nervo medio, hinc inde in nervis secundariis.

Waldrand auf dem Dachli, Frenschenberg-Bristen, ca. 920 m.

R. agrestis Savi var. ***typica*** Rob. Keller.

Waldrand im Frienental ob Frenschenberg-Bristen, ca. 870 m; Waldrand im Dachli-Frenschenberg, ca. 900 m.

R. tomentosa Sm. var. ***cristata*** Christ, aff.

Waldrand bei Bristen gegen Breitlaui, ca. 810 m.

R. tomentosa Sm. var. ***subglobosa*** (Sm.) Carion.

Frienental ob Frenschenberg; Bristen, ca. 860 m und 800 m; Waldweg von Bristen nach Waldiberg, ca. 850 m.

R. tomentosa Sm. gegen var. ***subvillosa*** Christ neigende Abänderung.

Hecke bei Hinter-Bristen, ca. 820 m.

R. pomifera Herrm. var. ***typica*** Ehrh.

Waldrand im Frienental ob Frenschenberg; Bristen, ca. 860 m; Dachli ob Frenschenberg, ca. 900 m.

R. pomifera Herrm. var. ***recondita*** (Puget) Christ.

Hinter Bristen an den Felsen der Breitlaui, ca. 820 m.

R. pendulina L. var. ***setosa*** (Gremli) Rob. Keller.

Hecke auf dem Dachli; Frenschenberg; Bristen, ca. 920 m.

Nachfolgend stellen wir, abgesehen von der „Flora der Schweiz von Schinz und Keller, I. und II. Teil“, diejenige Literatur zusammen, in der speziell der Urnerrosen gedacht wird; die Zusammenstellung dürfte für andere, die sich mit der Rosenflora des Kantons Uri beschäftigen wollen, willkommen sein.

Christ, Herm. Die Rosen der Schweiz. Georg's Verlag, Genf, Basel, Lyon. 1873.[1])

Cottet. Diagnoses inédites de quelques espèces de plantes nouvelles ou peu connues de la Suisse. Bull. Soc. Murith. fasc. IV (1874) (1876), 23.

Crépin, F. Rosae Helveticae. Observations sur les roses de la Suisse. Bull. Soc. roy. Bot. Belgique XXVII (1888), 81.

Crépin, F. Mes excursions rhodologiques dans les alpes en 1893. Bull. Soc. roy. Belgique XXXII (1894), 68.

Crépin, F. Mes excursions rhodologiques dans les alpes en 1891 et 1892. Bull. Herb. Boiss. II (1894), 155 (betrifft *R. pomifera* Herrm., unterhalb Realp gegen Andermatt, längs der Furkastrasse).

Keller, Rob. in Ascherson u. Graebner, Synopsis d. mitteleurop. Flora VI (1900—1902).

Rhiner, Jos. Abrissé zur Tabellarischen Flora der Schweizer-Kantone. Schwyz 1869. S. 28.[1])

Rhiner, Jos. Prodrom der Waldstätter Gefässpflanzen. Seite 37—38. Druck u. Verlag von J. Bürgler, Schwyz 1870.

Rhiner, Jos. Erster Nachtrag zu den Waldstätter Gefässpflanzen. Schwyz 1872. S. 4.

Rhiner, Jos. Die Gefässpflanzen der Urkantone und von Zug. Zweite Bearbeitung. Ber. St. Gall. Naturw. Ges. 1891/92 (1893), 239—245.

Rhiner, Jos. Abrisse (Esquisses complémentaires) zur zweiten Tabellarischen Flora der Schweizer Kantone. Jahresber. St. Gall. Naturw. Ges. 1894/95 (1896), 263—267.

Rhiner, Jos. Tabellarische Flora der Schweizer-Kantone. J. Bürgler, Schwyz 1869. S. 14. 2. Auflage im Selbstverlag des Verfassers, Schwyz 1897. S. 15, 40. (Hans Schinz.)

---

[1]) Dr. Herm. Christ hat die Rosen des Rhiner'schen Herbars (das sich im Besitze des Kollegiums in Schwyz befindet) und die „schwierigeren" von Gisler (im Besitze der Kantonsschule in Altdorf; vergl. auch über Gisler's rhodologische Tätigkeit: P. Bonif. Huber in Verh. Schweiz. Naturf. Ges. 1912 [Altdorf] II, 14) revidiert, letztere haben auch Crépin vorgelegen (vergl. Bull. Soc. roy. Bot. Belgique XXXII [1894], 69, Fussnote).

Beiträge zur Kenntnis der Oberhalbsteiner-Rosen (Kt. Graubünden).

Robert Keller (Winterthur).

(Als Manuskript eingegangen am 30. November 1916.)

R. canina L.
Tiefenkastel und Mons (fide Brügger).[1])

R. canina L. var. ***dumalis*** (Bechstein) Baker.
Talvangas ob Präsanz (Hans Schinz).

R. dumetorum Thuill. var. ***hemitricha*** (Ripart) Rob. Keller, sehr schwach behaarte Modifikation.
An der Julierstrasse unterhalb Burvain, dicht beim Weghaus (Hans Schinz).

R. dumetorum Thuill. var. ***platyphylla*** (Rau) Christ.
Präsanz (Hans Schinz).

R. dumetorum Thuill. var. ***pseudocollina*** Christ.
Präsanz (Hans Schinz).

R. vosagiaca Desportes.
Talvangas ob Präsanz (Hans Schinz); Savognin (fide Brügger).

R. vosagiaca Desportes var. ***typica*** (Christ) Rob. Keller.
Am obern Fussweg zwischen Reams und Savognin (Hans Schinz); Rofna (Grisch).

R. vosagiaca Desportes var. ***complicata*** (Gren.) Rob. Keller.
Am Fussweg zwischen Reams und Savognin (Hans Schinz).

R. vosagiaca Desportes var. ***inermis*** Rob. Keller nov. var.
Ob Präsanz (Hans Schinz).

---

[1]) Brüggers Angaben sind dessen Manuskripten, die Eigentum unseres botanischen Museums sind, entnommen. Vergl. auch Seiler, Jean „Bearbeitung der Brüggerschen Materialien zur Bündnerflora“ (1909), 311—315; Sonderabdr. aus dem Jahresber. der Nat. Ges. Graubündens, n. F., LI (1908/09), sowie Josias Braun „Zu Seilers Bearbeitung der Brüggerschen Materialien zur Bündnerflora. Berichtigungen und Zusätze“, 30 und 50; Sonderabdr. aus dem Jahresber. der Nat. Ges. Graubündens, n. F., LII (1909/10) (1910); Rosen, auf die sich die in den erwähnten Manuskripten gebräuchliche vergl. Landschaftsbezeichnung „Oberhalbstein“ bezieht. sind in diese Aufzählung, weil zu unbestimmt, nicht aufgenommen worden.
(Hans Schinz.)

Rami parce aculeis curvatis obsiti; ramuli floriferi inermes. Folia 5—7-nata, glaucescentia; petioli parce glandulosi; foliola obovata vel elliptica, apice breviter accuminata vel obtusa, subtus nervis valde prominentibus disperse glandulosis; serratura aperta, praecipue composita, sed intermixta dentibus simplicibus. Pedicelli receptaculis ovalibus paulo longiores, paucis glandulis setosis obsiti vel nudi. Sepala post anthesin patula, dorso glandulosa. Petala rosea. Styli lanati.

Ob Präsanz (Hans Schinz).

R. vosagiaca Desportes var. ***subhispida*** Rob. Keller nov. var.

Rami aculeis curvatis crebris armati. Foliorum pili et serratura foliolorum ut in var. frutetorum. Pedicelli plerumque parce hispido-glandulosi. Receptacula globosa, nunc basi glandulosa, nunc nuda. Sepala dorso disperse glandulosa, mane erecta.

Unterhalb Präsanz zwischen Reams und dem Adont (Hans Schinz).

R. vosagiaca Desportes var. ***Wartmannii*** Rob. Keller gegen f. ***denticulata*** Rob. Keller.

Am Fussweg zwischen Conters und der Säge an der Julia (Schinz).

R. coriifolia Fr. var. ***typica*** Christ.

Unterhalb Präsanz, zwischen Reams und dem Adont; Salaschigns; Talvangas ob Präsanz (Hans Schinz).

R. coriifolia Fr.

Mons (fide Brügger).

R. coriifolia Fr. f. ***aciculosa*** Rob. Keller in Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich, LXI (1916), 412.

Am Fussweg zwischen Reams und Savognin (Hans Schinz).

R. coriifolia Fr. var. ***bovernieriana*** (Lagger) Christ.

Talvangas ob Präsanz (Hans Schinz).

R. coriifolia Fr. var. ***frutetorum*** (Besser) H. Braun, stark behaarte Form.

Präsanz; Talvangas ob Präsanz (Hans Schinz). Somsees bei Tinzen (Grisch). Eine weitere Form am Fussweg zwischen Reams und Savognin (Hans Schinz).

R. coriifolia Fr. f. ***lucida*** Bräucker.

Talvangas ob Präsanz (Hans Schinz).

R. coriifolia Fr. var. ***subbiserrata*** (Borbás) Rob. Keller.
Talvangas ob Präsanz (Hans Schinz).

R. corriifolia Fr. var. ***subcollina*** Christ.
Unterhalb Präsanz, zwischen Reams und dem Adont (Hans Schinz); Somsees bei Tinzen (Grisch).

R. coriifolia Fr. f. ***subhispida*** Rob. Keller.
Unterhalb Präsanz, zwischen Reams und dem Adont (Hans Schinz).

R. coriifolia Fr. var. ***pastoralis*** Rob. Keller.
Unterhalb Präsanz, zwischen Reams und dem Adont (Hans Schinz).

R. rubrifolia Vill.
Reams, Savognin (fide Brügger).

R. rubrifolia Vill. var. ***typica*** Christ.
Am Fussweg zwischen Reams und Savognin und um Präsanz, ferner am untern Adont unterhalb Salaschigns (Hans Schinz);

R. abietina Gren. var. ***Dematranea*** (Lagger et Puget) Rob. Keller.
Talvangas ob Präsanz (Hans Schinz); angenähert, ob der Mühle bei Tinzen (Grisch).

R. abietina Gren. var. ***Thomasii*** (Puget) Rob. Keller.
Talvangas ob Präsanz (Hans Schinz); eine angenäherte Form bei Tinzen (Grisch).

R. abietina Gren. var. ***typica*** Christ, durch die zwar spärlichen Subfoliardrüsen gegen var. ***Dematranea*** (Lagger et Puget) Rob. Keller abändernd.
Somsees bei Tinzen (Grisch).

R. uriensis Lagger et Puget var. ***glandulifera*** Rob. Keller f. ***Brüggeri*** (Godet) Rob. Keller.
Savognin (fide Brügger sub R. abietina Gren. f. Brüggeri). Vergl. bezüglich dieser Form und ihrer Verwechslung mit der gleichnamigen Flimserrose Christ's, Crépin, F., mes excursions rhodologiques dans les alpes en 1889 in Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique. XXVIII (1889). 150/152.

R. rhætica Gremli var. ***homœacantha*** Rob. Keller.
Am Fussweg zwischen Reams und Savognin (Hans Schinz).

R. eglanteria L.
Tiefenkastel (fide Brügger).

R. tomentosa Sm.
Tiefenkastel (fide Brügger).

R. pomifera Herrm.
Tiefenkastel (fide Brügger).

R. pendulina L. var. ***aculeata*** (Ser.) Rob. Keller.
Unterhalb Präsanz zwischen Reams und dem Adont (Hans Schinz).

R. pendulina L. f. ***adjecta*** (Déségl.) Rob. Keller.
Talvangas ob Präsanz (Hans Schinz).

R. pendulina L. var. ***Borbásii*** Rob. Keller.
In Radons am Eingang ins Val Nandro (Hans Schinz).

R. pendulina L. var. ***levis*** (Ser.) Rob. Keller.
Am Weg zwischen Alp Nova und Alp Schmorras (Hans Schinz).

R. pendulina L. var. ***setosa*** (Gremli) Rob. Keller.
Radons und zwischen Alp Nova und Alp Schmorras, am Weg (Hans Schinz); Rüfe zwischen Tinzen und Rofna (Grisch).

R. pendulina L. var. ***setosa*** (Gremli) Rob. Keller f. ***lagenaria*** (Vill.) H. Braun.
Unterhalb Präsanz, zwischen Reams und dem Adont (Hans Schinz).

***R. pendulina* × *pomifera*.**
Am Fussweg zwischen Reams und Savognin (Hans Schinz).

Zur Rosenliteratur des Oberhalbsteins.

Moritzi, Alexander. Die Pflanzen Graubündens. N. Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. III (1839), S. 158.

Brügger, Chr. In Jahresber. Naturf. Ges. Graub. XXIII bis XXIV, 1878/80 (1880), 47—123; XXV, 1880/81 (1882), 54—112; XXIX, 1884/85 (1886), 46—178.

Crépin, F. Rosae helveticae in Bull. Soc. roy. Belg. Botanique XXVII (1888), 82.

Grisch, Andr. Beiträge zur Kenntnis der pflanzengeogr. Verhältnisse der Bergünerstöcke. Beih. Bot. Centralbl. XXII, Abt. II (1907), 255.

Seiler, J. Bearbeitung der Brügger'schen Materialien zur Bündnerflora. Jahresber. Naturf. Ges. Graub. N. F. VI, 1908/09 (1909) S. 311—315.

Braun, Josias. Zu Seiler's Bearbeitung der Brügger'schen Materialien zur Bündnerflora, Berichtigungen und Zusätze. Jahresber. Naturf. Ges. Graub., N. F. LI, 1909/10 (1910), 1—51.

Keller, Rob. Diagnosen neuer Formen etc. in Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich LXI (1916), 412.

Brügger, Chr. Flora von Mittelbünden (Manuskript; Bot. Museum d. Universität Zürich).

(Hans Schinz.)

II.

Beiträge zur Kenntnis der afrikanischen Flora (XXIX).

(Neue Folge.)

Herausgegeben von Hans Schinz (Zürich).

Mit Beiträgen von **Hans Schinz** (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 19. Oktober 1917.)

Sterruliaceae.

Hermannia grisea (§ Acicarpus) Schinz nov. spec.

Suffrutex, ramis virgatis, novellis glandulosis demum tomentosis; foliis breviter petiolatis vel sessilibus, ellipticis, + serrulatis, utrinque griseovelutinis; stipulis subulatis; floribus solitariis axillaribus, pedicellatis; calyce turbinato in lacinias lineale-lanceolatas diviso, stellulato-tomentoso; filamentis late obovatis, ciliatis; antheris acuminatis; ovulis pro loculo ± 5.

SÜD-AFRIKA: (Transvaalkolonie) in fruticet. pr. Brakrivier, 1000 m, Schlechter 4631, 9. III. 1894.

Zweige schlank und rutenförmig, die jüngern ausschliesslich drüsenhaarig, die ältern filzig behaart. Laubblätter sitzend oder kurzgestielt (Stiel bis 4 mm lang), elliptisch, + stumpf, ± ganzrandig oder entfernt gesägt, beidseitig grausamtig, ± 35 mm lang und + 8 mm breit. Nebenblätter unscheinbar, pfriemlich. Blüten einzeln blattachselständig, bis ± 20 mm lang gestielt, bei ca. 15 mm artikuliert, im untern, nach dem Abfallen der Blüten stehen bleibenden Teil mit Stieldrüsen besetzt und der Sternhaare entbehrend, im obern Teil filzig und mit zerstreuten Drüsenhaaren, eine endständige Traube bildend. Tragblätter an Grösse nach oben allmählich abnehmend. Blütenknospen filzig, auffallend schlank und zugespitzt. Kelch nicht aufgeblasen. Kelchröhre ± 2 mm hoch; Kelchabschnitte linealisch lanzettlich, am Grunde ± 1¾ mm breit, spitz, 5 bis 5½ mm lang, dicht weich sternhaarig. Petalen + 6 mm lang; Platte 3 mm breit, obovat, der Rand des Nagels eingeschlagen. Staubfäden oberwärts breitverkehrteiförmig, gewimpert, sehr rasch in den keilförmigen Nagel zusammengezogen, ± 4 mm lang und oben + 1¾ mm breit, oberwärts die eingeschlagenen Ohren ± callös und innen bärtig be-

haart. Staubbeutel spitz, ± 6 mm lang, ± lang bewimpert, sehr schlank. Griffel ± 6 mm lang, in der untern Hälfte sternhaarig. Kapsel mit 5, etwa 1 3/4 mm langen, abstehenden Hörnchen versehen; Fächer ± 5samig.

Hermannia grosseserrata (§ Mahernia) Schinz nov. spec.

Herba perennis basi lignescens caulibus pluribus radice crasse collectis decumbentibus, teretibus, dense glandulosis; foliis ± lanceolatis, obtusis, grosse serratis, glanduloso-ciliatis; stipulis laceratis; pedicellis hirsutis et glandulosis; bracteolis basi connatis; calyce glanduloso in lacinias anguste lanceolatas diviso; petalis ± oblanceolatis vel ellipticis, basi sparsissime pilosulis; ovario dense glanduloso.

SÜD-AFRIKA: (Transvaalkolonie) in Gebüschen bei Matye (?), Schlechter 4628, bl. 9. III. 1894.

Eine aufrechte Staude mit dicht drüsigem Stengel und elliptisch lanzettlichen, stumpfen, sehr grob gesägten, ± 55 mm langen und ± 15 mm breiten, drüsig bewimperten und beidseitig spärlich behaarten Laubblättern. Die Nebenblätter sind ± 10 mm lang und zerschlitzt. Die ± 25 mm langen Blütenstandsstiele sind gleich den ± 12 mm langen Blütenstielen mit zahlreichen Stieldrüsen und langen Mähnenhaaren besetzt. Die Vorblätter sind bis nahezu zum Grunde ± verwachsen, mehrlappig und drüsig. Der Kelch ist drüsig und entbehrt der Sternhaare. Die Kelchröhre ist glockig, 2—3 mm hoch und mit schlank lanzettlichen, spitzen, am Grunde ± 2 1/2 mm breiten und ± 5 mm langen Abschnitten versehen. Die verkehrtlanzettlichen bis elliptischen, ± 8 mm langen und ± 3 mm breiten Petalen sind beiderends allmählich zusammengezogen und gegen den Grund zu auf der Innenseite kurz behaart. Die ± 1 1/2 mm langen Staubfäden sind callös verbreitert und behaart; die ± 6 mm langen Staubbeutel sind ganz schwach behaart. Der Fruchtknoten ist dicht drüsig.

Die anmit diagnostizierte Art hat grosse habituelle Ähnlichkeit mit der von K. Schumann in den Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb. XXX (1888), 235 beschriebenen *H. Schinzii*, doch ist bei dieser der Fruchtknoten ausser den kurzen Stieldrüsen auch noch mit zahlreichen Sternhaaren besetzt und zwar ziehen sich diese Sternhaare bis auf den Griffel hinauf; ausserdem sind die Staubfädenhaare stärker spreizend.

Hermannia grandifolia N. E. Brown, **H. Gerrardi** Harv. und **H. Mac Owanii** (Szyszyl.) Schinz.

Hermannia grandifolia N. E. Brown in Kew Bull. (1895), 143 (= *H. Galpiniana* Schinz in Bull. Herb. Boiss. IV [1896], 435 und

846) hat lanzettliche Staubfäden ohne kreuzförmige Arme, ein negatives Merkmal, dem Schumann in Engl. Monogr. afr. Pflanz. V (1909), 62 in seinem Hermannia-Schlüssel Ausdruck verleiht. Dagegen stellt dann Schumann l. c. 65 und 66 Wood 930 aus Natal zu *H. Gerrardi* Harv. in Harv. et Sond. Fl. Cap. II (1861/62), 588 und vereinigt mit dieser *Mahernia Mac Owanii* Szyszyl. Pl. Rehm. Talamifl. (1887), 146, die sich in unserm Herb. Gen. unter Rehmann 7323 findet. Ganz abgesehen davon, dass Wood 930 und Rehmann 7323 schon habituell durchaus verschieden sind, kommt hinzu, dass bei Rehmann 7323 die Staubfäden die für die ehemalige Gattung und heutige § *Mahernia* ausladenden charakteristischen Arme besitzt. Nach der Beschreibung von *H. Gerrardi* zu urteilen, sind aber die Staubfäden dieser Art lanzettlich. Harvey sagt ja l. c. ausdrücklich „the filaments are those of a Hermannia, though extremely narrow". Nach diesem Befund drängt sich mir die Ansicht auf, dass möglicherweise *H. Gerrardi* identisch sein könnte mit *H. grandifolia* N. E. Brown, jedenfalls nichts zu tun hat mit *H. Mac Owanii*, wogegen *H. grandifolia* N. E. Brown allerdings identisch ist mit *H. Galpiniana* Schinz, wie denn ja auch beiden Namen eine und dieselbe Sammlernummer, Galpin 940 zu Grunde liegt.

Mahernia Mac Owanii Szyszyl. ist aber als *Hermannia Mac Owanii* (Szyszyl.) Schinz aufrecht zu erhalten und zwar gehört zu dieser Art, abgesehen von Rehmann 7323, auch Schlechter 4683, in gramin. pr. Marabastad (Transvaal), 1530 m, 5. III. 1894.

Hinsichtlich der *H. Gerrardi* Harv. wage ich mich nicht bestimmt auszusprechen, ich kenne diese Art eben nur aus der unzulänglichen Beschreibung.

Umbelliferae.

Alepidea cirsiifolia Schinz nov. spec.

Planta glabra. Caulis angulatus, sulcatus, pauce foliatus, apicem versus corymboso-ramosus, ramis paucis, rigidis. Folia radicalia ± 12, glabra, rosulata, obcuneata, inciso-dentato-serrata, setosa; folia caulina remota, amplexicaulia, auriculata. Capitula ± 12 mm diametro. Imvolucri segmenta 10, inaequalia, rigida, acuta, glabra. Fructus muricatus.

SÜDOST-AFRIKA: in saxos. pr. Tsitoa River, 1230 m, Schlechter 6375, bl. 22. I. 1895.

Ca. 26 cm hohe, krautige Pflanze mit rosettenartig angeordneten, verkehrtkeilförmigen, schmalen Laubblättern mit grob eingeschnittenzahnartig gesägtem Rande. Jeder Zahn trägt eine ± 4 mm lange

Granne und häufig findet sich zwischen den groben Zähnen eingeschaltet eine zweite, kurzem Fuss aufsitzende, abstehende Granne; die nach dem Grunde sich ganz allmählich verschmälernde Spreite ist 4—9 cm lang und, ohne die Zähne ± 5 mm, mit den Zähnen ± 15 mm breit. Am Schaft sitzen ein, zwei, stengelumfassende und am Grunde geöhrte, reduzierte Laubblätter. Die Zahl der Seitenäste beträgt 3 bis 4; jeder Ast ist ± 9 mm lang und verzweigt sich nochmals. Die unter sich ungleichen Involucralblätter sind + verkehrteiförmig, spitz; die innern, breiteren und grösseren sind ± 2 mm breit und ± 4 mm lang. Die Frucht ist papillös beschuppt.

Die Pflanze dürfte in die Nähe von *A. ciliaris* Delaroche und *A. serrata* Eckl. et Zeyher zu stellen sein. *A. ciliaris* hat am Grunde abgerundete oder herzförmige Laubblätter und auch bei *A. serrata* scheint die Blattspreite deutlich gegen den Stiel abgesetzt zu sein, wenigstens ist dies der Fall bei einem von Otto Kuntze *A. ciliaris* var. *moltenensis* bezeichneten Exemplar (Original Otto Kuntze's) und diese letztere Pflanze wird von dem Monographen der Gattung, R. Dümmer (Trans. R. Soc. South Africa III, 1929, 13) zu *serrata* gezogen. Unsere Pflanze hat einige Ähnlichkeit mit einem als *ciliaris* etiquettierten Exemplar Mac Owan's aus Sommerset East, immerhin sind bei diesem die Laubblätter lange nicht so tief wie bei *cirsiifolia* gesägt und die Spreite ist noch deutlich gegen den Blattstiel abgesetzt.

Das Valangien von St. Maurice und Umgebungen verglichen mit demjenigen der Ostschweiz.

Von

Arnold Heim.

(Als Manuskript eingegangen am 14. November 1917.)

Nach den neuen stratigraphischen Aufklärungen über die Ausbildung der Valendis-Stufe in den östlichen und zentralen Schweizeralpen helvetischer Facies drängt sich die Frage auf, in welcher Weise ihre Schichtabteilungen mit den helvetischen Sedimenten der Westschweiz, im Besonderen des Rhonetales, zu vergleichen und zu parallelisieren sind. Da die bisherige Literatur darüber noch keinen klaren Aufschluss gibt, war es notwendig, die fraglichen Sedimente des Rhonetales an Ort und Stelle vergleichend zu studieren.

In seiner klassischen „Monographie des Hautes-Alpes Vaudoises“[1]) und der dazu gehörigen geologischen Karte 1 : 50,000 unterscheidet E. Renevier im Neocom von oben:

N⁴ Néocomien brun à Toxaster.
N³ Calcaire gris néocomien.
N² Schistes néocomiens inférieurs.
N¹ Néocomien à Céphalopodes.

Von diesen Abteilungen hat M. Lugeon das Néocomien à Céphalopodes als besondere Facies der „Préalpes internes“, d. h. der obersten helvetischen Decken erkannt, das durch späteres Vordringen der tieferen helvetischen Decken unter und zwischen diese eingewickelt wurde. Es gehört also nicht an die Basis einer normalen Neocomschichtreihe. N²—N⁴ hingegen überlagern sich unmittelbar in der autochthonen Schichtreihe wie in den tieferen helvetischen Decken von Morcles und Diablerets.

M. Lugeon[2]) unterscheidet unter dem Hauterivien ein Valangien calcaire (= calcaire gris néocomien von Renevier), und ein Valangien vaseux (= Schistes néocomiens inférieurs von Renevier). Ihr Liegendes bildet der „Calcaire jurassique supérieur“ oder Malm.

---

[1]) E. Renevier, Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz, Lfg. 6, 1890.

[2]) M. Lugeon, Carte géol. des Hautes Alpes Calcaires entre la Lizerne et la Kander 1 : 50,000, 1910.

Wir wollen nun einige typische Lokalitäten des nördlichen helvetischen Faciesgebietes im Rhonetal kurz betrachten.

Les Plans, Nappe de Morcles.

Sehr schön lässt sich die Jura-Kreidegrenze östlich Bex, oberhalb Les Plans in der Morcles-Decke studieren. Dort finden wir von unten (Fig. 1 E):

Fig. 1. **Profile der Valangien-Hauterivien-Grenze.**

1 Öhrlikalk. 2 Echinodermenkalk. 3 Kieselkalk. 4 Drusbergschichten. I, II Discontinuitäten.

1. Quintnerkalk. Inwendig dunkelgrauer dichter Kalkstein, splitterig, die gewaltigen hellblaugrauen Felswände des Muveran-Grand Sex bildend. Deutliche Grenze, ohne Diskontinuität, gegen

2. Zementsteinschichten („Schistes néocomiens inférieurs"). Wohl über 300 m mächtige, ausserordentlich gefältelte Schichtserie (mit 20° NE fallenden Axen) von schwarzem Mergel mit Clivage und inwendig dunkeln, dichten, braun angewitterten Kalkbänken. Kalk und Mergel sind etwa im Gleichgewicht. Etwas unterhalb der Mitte liegt ein vorwiegend mergeliges, zurückgewittertes Band von etwa 50 m Mächtigkeit. In den Schutthalden bei Richard und Outans fand Renevier mehrere Exemplare von *Perisphinctes Richteri, P. Lorioli, Hoplites Callisto* (l. c. pag. 230).

3. Bei den Hütten Le Richard werden die Zementsteinschichten mit ihren obersten 10—20 m mehr bräunlich und enthalten Fährten

und algenartige Flecken ähnlich den Öhrlimergeln. Sie gehen allmählich über in

4. Öhrlikalk („Calcaire gris néocomien"). 100—150 m mächtiger, grauweiss angewitterter Kalk, im untern Teil inwendig dunkelgrau, ähnlich Quintnerkalk, mit feinen Calcitsplitterchen, im mittleren Teil grau, ähnlich Schrattenkalk, mit oolithischen Partien, im oberen Teil wieder dicht und blaugrau. Vollkommen scharfe Grenze mit Diskontinuität gegen

5. Echinodermenkalk (Valangien s. str.), östlich ob Richard 14 m mächtig und bestehend aus:
   a) 0—10 cm grauer, kalkiger Sandstein mit bis nussgrossen Kalk-Geröllen, am Weg nordöstlich P. 1559 bis 1 m tiefe Taschen im Öhrlikalk füllend. Übergang
   b) 1,5 m rauh sandiger Echinodermenkalk, aussen schwarzbraun,
   c) 3 m feinkörniger Echinodermenkalk,
   d) 9—10 m grobkörnige Echinodermenbreccie, inwendig blaugrau, aussen braun. Fragmente von Muscheln. Rascher Übergang in
   e) 0,3 m wie b, mit grobsandigen Nestern. Vertreter der Pygurus-Schichten. Übergang in
6. Kieselkalk des Hauterivien, ca. 100 m (Néocomien brun).
   a) 3 m schieferig flaserig, im oberen Teil mit Kalkbänken. Übergang
   b) kompakter bis grobbankiger Kieselkalk, oft mit vorragenden Kieselknollen und ausgelaugten Kalkknollen. Typus Pflasterstein, mit *Toxaster retusus*.
7. Drusbergschichten, resp. mergelig bankige Urgonkalkbasis, relativ schwach entwickelt, 20—30 m (untere Grenze = Altmannschichten? nicht aufgeschlossen gefunden), Übergang in
8. Schrattenkalk; auffallend hell weissgrauer Requienienkalk; Gipfel der Argentines, ca. 100 m.

St. Maurice, autochthon.

Beim Aufstieg nach Mex quert man die helle Felswand, die nach Norden zieht und etwa 200 m südlich des Mauvoisin bei Les Cases, am Talrand untertauchend endigt.[1]) Es ist typischer Quintnerkalk, 200—300 m mächtig. Darüber folgen

---

[1]) Vergl. E. Favre et H. Schardt, Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz, Lfg. XXII, 1887, pl. XVIII, Fig. 1 und 5.

Zementsteinschichten, ca. 250 m, typisch, in der unteren Hälfte besonders mergelig-schiefrig und daher vom Quintnerkalk scharf abstechend. Das Dorf Mex liegt auf einer Terrasse der Zementsteinschichten. Am besten und in ihrer vollen Mächtigkeit sind sie aufgeschlossen am Waldaufstieg von Les Cases nach Orgière. Von dort setzen sie sich fort bis St. Maurice, wo sich die oberen 50 m (bis zur Höhe der Kirchturmspitze) in einen aus 3 mächtigen Bänken bestehenden Echinodermenkalk verwandeln. (Fig. 2.) Dieser ist aussen schmutzig bräunlichgrau, innen schwarzgrau und reich an groben Fragmenten von Echinodermen. Bei der Brücke sind auch prachtvoll oolithische Bänke eingelagert, bestehend aus dunkeln Kalkkörnchen in weissem, filzigem Calcit-Bindemittel. Die so veränderte Abteilung der Zementsteinschichten reicht bis etwa 300 m nördlich der Brücke und sinkt hier sanft nordwestlich unter den Talboden.

Öhrlimergel sind durch ein schmales Felsgesimse, nördlich der Brücke beidseitig der Rhone durch ein ausgesprochenes Rasenband angedeutet, das die bräunlichen Zementsteinschichten vom Öhrlikalk trennt.

Der Öhrlikalk ist ausgezeichnet entwickelt. Zunächst finden wir ihn 200 m nördlich der Kirche von Mex als inwendig dunkelgrauen, feinkörnigen Kalk, einen Hügel mit Rundhöckern über den Zementsteinschichten bildend. Er lässt sich von dort über Orgière nach Norden verfolgen. Von Bas-Serre, wo er verworfen ist, bis St. Maurice bildet er mit 70—80 m Mächtigkeit (Hauptbänke 30 + 50 m) den mittleren, hellgrauen Teil der Felswände, sich scharf vom schwarzen, hangenden Kieselkalk abhebend. Auf der linken Rhoneseite NW der Brücke sind zwei alte Steinbrüche im Öhrlikalk vorhanden. Der erste davon liegt im unteren Teil desselben: dunkel blaugrauer, dichter, massiger Kalk mit Echinodermentrümmern. Der zweite, etwa 250 m weiter NW, liegt im oberen Teil: massiger, hellblaugrauer, teilweise prächtig oolithischer Kalk mit Calcitnestern (Korallen?) und „Requienien“, kurz, die typische Urgonfacies. Sehr schön können hier die nach ihrer Entstehung noch problematischen schwarzen, welligen bis scharf zackigen Tonhäute (Stylolithen) studiert werden.

Der Echinodermenkalk (Valangien s. str.) ist am Weg bei der „Grotte aux Fées“ 2,5 m mächtig, grobkörnig und massig, enthält einzelne Trümmer von Molluskenschalen an der Basis und liegt mit scharfer, rauh verzahnter Fläche (Diskontinuität) oder mit lokaler Verwachsung innerhalb 10 cm auf dem Öhrlikalk (Fig. 1 C).

600 m weiter nördlich, am Eisenbahneinschnitt, ist dieser Echinodermenkalk 6 m mächtig und nach oben und unten messerscharf be-

grenzt, wobei die untere Grenze noch zur Rutschfläche geworden ist. Er enthält sandige Schnüre, zu oberst Silex-Knollen. Die oberste Öhrlikalkbank von 1/2 m ist voller Löcher von herausgewitterten Pyritknollen, was schon auf die kommende Transgression hindeutet (Fig. 1 B).

Der Kieselkalk des Hauterivien setzt auch hier mit 1/2 m von Clivage schief durchsetztem Schiefer ein, um sich darüber in kompakteren, mächtigen, schwarzen Felsen zu erheben (Pflasterstein).

Am Hügelvorsprung bei Charrière befindet sich ein Steinbruch in rosarotem und grünlichem, kompaktem, sanft NW fallendem Echinodermenkalk, der an den Tschingelkalk erinnert und wohl noch zum Hauterivien gehört. Die Gesamtmächtigkeit des Hauterivien übersteigt wohl 200 m. Bei Massongex transgrediert auf dem Neocom glimmerreicher Flysch (Altdorfersandstein) von 200—300 m Mächtigkeit, der seinerseits von „Molasse rouge“ überlagert wird.

Monthey.

Die tiefsten Schichten des autochthonen Fensterberges von Monthey sind auf dessen Nordseite, zwischen Colombey und Muraz zu finden:

dichter, inwendig schwarzblauer, malmähnlicher Öhrlikalk, darüber 9 m braun angewitterter Echinodermenkalk, der nach unten wie oben messerscharf begrenzt ist (Fig. 1 A). Das mächtige Hauterivien ist nur teilweise als typischer Kieselkalk entwickelt, im mittleren Teil stellenweise durch graue, teilweise dichte Kalke (urgonartige Facies) ausgezeichnet, und im oberen Teil als mächtige, rauhe, rötliche und grünliche glauconitische Echinodermenkalke mit einer Bank von Riesenbreccie (Steinbruch bei Colombey) ausgebildet. Diese faziell merkwürdigen Bildungen wären einer eingehenden Untersuchung wert.

Die Grenzschichten zwischen Hauterivien und Schrattenkalk sind vielfach durch Erratikum unterbrochen.

Vergleich mit den östlichen Schweizeralpen.

Die Übereinstimmung der helvetischen Valendis-Schichten von St. Maurice und Umgebungen mit denen der nördlichen helvetischen Facieszone in den östlichen Schweizeralpen ist so verblüffend, dass auch ohne neue Fossilfunde die folgenden Parallelen ohne Schwierigkeit gezogen werden können.

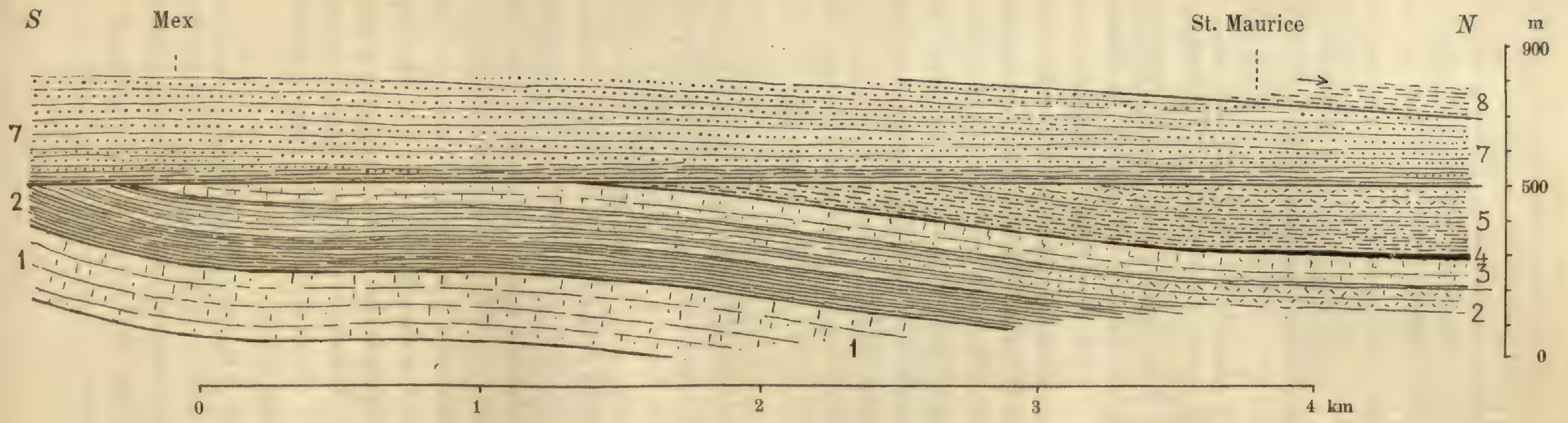


Fig. 2. **Faciesprofil der autochthonen Sedimente von St. Maurice**

(etwas schematisiert).

1. Quintnerkalk 2. Zementsteinschichten, Portlandien	Malm	3. Öhrlikalk (Berriasien) 4. Echinodermenbreccie, schwarz (Valangien s. str.) 5. Kieselkalk und Echinodermenkalk (Hauterivien)	Unt. Kreide	7. Flysch, Altdorfer Sandstein (Lattorfien ?) 8. Molasse rouge von Massongex (Aquitan?)	Eogen

Auffassung Renevier			Auffassung Arnold Heim			
Néocomien	Urgonien		Schrattenkalk Drusbergschichten	Barrémien		Untere Kreide
	Néocomien brun à Toxaster		Kieselkalk	Hauterivien		
			Echinodermenbreccie	Valangien s. str.	Valendis-Stufe	
	Calcaire gris néocomien		Öhrlikalk Öhrlimergel	„Berriasien“		
	Schistes néocomiens inférieurs		Zementsteinschichten	Portlandien		Malm
Malm	Calcaire jurassique supérieur		Quintnerkalk	Kimmeridge Sequan		

Die ganze Schwierigkeit der Parallelisierung ist durch den Nachweis der Echinodermenbreccie des eigentlichen Valangien gehoben. Die bei Les Plans aufgefundenen Taschen und Gerölle bestätigen in schönster Weise die stratigraphischen Ergebnisse in den östlichen Schweizeralpen. Öhrlikalk, Zementsteinschichten und Quintnerkalk sind im Rhonetal ebenso unverkennbar.

Es sollen nun die einzelnen Schichtabteilungen des sog. Neocom im Rhonetal mit denen der östlichen Schweizeralpen der Reihe nach verglichen werden.

Das Hauterivien ist bei St. Maurice in seinem älteren Teil durch den genau gleichen Kieselkalk mit *Toxaster retusus* ausgezeichnet, wie er bei Les Plans und in den östlichen Schweizeralpen die ganze Hauterive-Stufe beherrscht. Auffallend ist aber die etwa 10 bis 20fache Mächtigkeit im Westen und die buntere Zusammensetzung, die auch auf den Salève übergeht. So ist der autochthone Kieselkalk am Muttensee bei Linthtal nur 8 m mächtig, bei Monthey und St. Maurice das 20fache oder mehr. Die Mächtigkeit nimmt im Osten von N nach S zu (Kistenpass 40 m), im Westen von N nach S eher ab, um weiter südlich wieder zuzunehmen. Die Kieselkalkgruppe ist überhaupt vielen lokalen Mächtigkeits-Schwankungen unterworfen.

Die scharfe transgressive Grenze auf dem Valangien und die Tendenz des Hauterivien, mit einer schieferigen Lage einzusetzen, ist dem Westen wie dem Osten eigen.

Der Valangienkalk ist im autochthonen Westen ununterscheidbar vom autochthonen Osten, und in der Morcles-Decke ununterscheidbar von der Glarnerdecke: ein braun angewitterter Echinodermenkalk. An Stelle der fehlenden Valangienmergel transgrediert er, oft mit karrig rauher Fläche, auf dem dichten, oberen

Teil des Öhrlikalkes. Auch die Mächtigkeiten entsprechen sich vollkommen (Fig. 1)[1]):

Vorder-Selbsanft 8—10 m, Muttensee-Kistenpass 12 m, Bifertenstock 20 m, Glarner- und Mürtschendecke 10—25 m.

Monthey 9 m, St. Maurice 6—2,5 m, Nappe de Morcles bei Les Plans 14 m.

Von Linthtal bis Bifertenstock konstatieren wir eine Zunahme der Mächtigkeit nach S, an der Rhone umgekehrt zuerst eine Abnahme, die bei St. Maurice vielleicht bis zum völligen Verschwinden fortschreitet. Wenigstens war mit dem Feldstecher an den Felswänden SW St. Maurice nichts mehr von einem braunen Echinodermenkalk zu erkennen; der schwarze Kieselkalk schien dem hellen Öhrlikalk direkt aufzuliegen. Dieser Abnahme folgt jenseits des Massivrückens wieder eine Zunahme. Die Zone minimaler Mächtigkeit ist im Osten nördlich des Muttensees zu denken und entspricht wohl derjenigen südlich von St. Maurice.

Die Grenze gegen den Kieselkalk ist am Kistenpass wie bei St. Maurice und Monthey überall messerscharf und das oberste Valangien (Pygurus- und Gemsmättli-Schichten) scheint zu fehlen, während sich in den helvetischen Decken Übergänge mit voller Ausbildung des oberen Valangien einstellen.

Der Öhrlikalk ist durchweg ausgebildet und an der Rhone so typisch, dass man ihn ebensogut als „Calcaire de St. Maurice“ bezeichnen könnte. Auch die Mächtigkeiten bleiben innerhalb der gleichen Ordnung:

Linthtal 20 m, Muttensee und Selbsanft 30—40 m, Faschas 50 m, Bifertenstock 60 m, Calanda (parautochthon) 80 m, Glarner-Mürtschendecke 80—135 m.

St. Maurice 80 m, Les Plans (Nappe de Morcles) 100—150 m.

Innerhalb der gleichen tektonischen Zone ist somit der Öhrlikalk im Westen etwas kräftiger. Die Öhrlimergel sind in beiden Gebieten undeutlich entwickelt, so dass in der Regel die Zementsteinschichten in den Öhrlikalk überführen, und Öhrlimergel auf Karten kaum ausgeschieden werden können.

Die Zementsteinschichten sind bei St. Maurice und Les Plans ununterscheidbar von denjenigen der Axendecke und Churfirsten. Auch die prägnante Faciesgrenze gegen den Quintnerkalk

---

[1]) Arnold Heim, Kistenpass, Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz, n. F., Lfg. 24, 1910.
W. A. Keller, Selbsanft, Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz, n. F., Lfg. 42, 1912.

ist die gleiche. Ihr Alter ist durch Fossilfunde[1]) im Churfirstengebiet als Portlandien (Zone des *Hoplites Callisto*) nachgewiesen, und die Funde Renevier's im Schutt der Zementsteinschichten auf der NW-Seite des Muveran-Grand Sex bestätigen diese Auffassung. Damit ist meine Vermutung (l. c. 1916, pag. 494) bestätigt, dass die „Schistes néocomiens inférieurs" oder das „Valangien vaseux" dem Jura angehört und die Kreide 200—400 m höher einsetzt. St. Maurice steht also nicht auf Kreide, sondern auf Tithon.

Vergleichen wir die selben autochthonen Zonen von West und Ost, so erkennen wir sehr grosse Unterschiede. Im autochthonen Osten sind die Zementsteinschichten schwach und lokal entwickelt, und vielfach durch Korallenkalk ersetzt. Erst in der Mürtschendecke, das ist abgewickelt etwa 20 km weiter südlich, finden wir die Facieszone, die derjenigen von St. Maurice in überraschender Weise entspricht: bei Quinten vollzieht sich der gleiche Übergang der Mergelfacies in die Facies des Echinodermenkalkes. Auch die dunkeln Oolithlagen der Brücke von St. Maurice kehren am Walensee wieder (l. c. pag. 467). Die Mächtigkeiten sind ebenso nahezu die gleichen:

Mürtschendecke bei Quinten 150—200 m, Axendecke bis 300 m oder mehr, Säntisdecke bei Walenstadt 200 m, Alviergruppe 300—400 m.

Autochthon St. Maurice ca. 200—250 m, Nappe de Morcles-Les Plans 300 m oder mehr.

Der Quintnerkalk reicht durch die ganzen Schweizeralpen helvetischer Facies und weit darüber hinaus in gleicher Ausbildung. Er ist bei St. Maurice etwa halb so mächtig wie in der gleichen autochthonen Zone der Ostschweiz.

Aus den obigen Ableitungen ergibt sich, dass die Isopen der Valendis-Stufe im autochthonen Gebiet der Schweizeralpen dem Alpenstreichen W 30° S folgen, während die Isopen der Portland-Stufe etwas schief westlich vom Streichen abweichen und im Mittel etwa W 17° S verlaufen.

Bei St. Maurice und noch mehr bei Monthey zeigen sich bereits auch viele Anklänge an das Juragebirge. Unser Echinodermenkalk des Valangien s. str. ist nichts anderes als der „Calcaire

---

[1]) Arnold Heim, Monographie d. Churfirsten-Mattstock-Gruppe, Beiträge z. geolog. Karte d. Schweiz, n. F., Lfg. XX, III. Teil 1916, pag. 490.

roux", unser Öhrlikalk der „Marbre bâtard", die gegen den Salève hin an Mächtigkeit zunehmen, während der liegende dunkle Echinodermenkalk von St. Maurice eine Zwischenstellung auf dem Weg der bathyalen Zementsteinmergel zum brackischen Purbeck einnimmt.

Die vorliegende kleine, vergleichend lithologische Studie hat zu dem Ergebnis geführt, dass die Untere Kreide im nördlichen helvetischen Faciesgebiet des Rhonetales anders zu gliedern und abzugrenzen ist, als bisher, und dass diese Gliederung und Facies in überraschender Weise mit der entsprechenden nördlichen Zone der östlichen Schweizeralpen übereinstimmt. Die transgressive Echinodermenbreccie des Valangien im engeren Sinne kann auf Spezialkarten mit besonderen Zeichen (Punktierung) hervorgehoben werden. An Stelle der Kartierung nach internationalen Zeitstufen allein, die sich später als irrtümlich erweisen kann, lässt sich diese in unseren Alpen mit Vorzug nach lithologischen Stufen durchführen.

Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte.

Von

FERDINAND RUDIO und CARL SCHRÖTER.

(Als Manuskript eingegangen am 3. November 1917.)

45. Die Eulerausgabe (Fortsetzung [1]).

Der diesjährige Bericht fällt leider noch kürzer aus als der letztjährige. Die Arbeit in der Druckerei hat sich im Laufe des Jahres 1917 ausserordentlich verlangsamt und steht gegenwärtig fast still. Immerhin hat wenigstens der schon im letzten Berichte erwähnte zweite Band der Arithmetischen Abhandlungen (I_3), herausgegeben von F. RUDIO, fertig gedruckt werden können. Es liegen also jetzt 14 Bände gedruckt vor, von denen aber nur 10 versandt worden sind. Ausserdem ist fertig gesetzt und fast fertig korrigiert der zweite Band der Abhandlungen über Integrale (I_{18}), herausgegeben von A. GUTZMER und A. LIAPOUNOFF. In Arbeit sind ferner der erste Band der Algebraischen Abhandlungen (I_6), herausgegeben von F. RUDIO und P. STÄCKEL, sowie der Band über Ballistik (II_{14}), herausgegeben von F. R. SCHERRER.

46. Nekrologe.

Max Standfuss (1854—1917, Mitglied der Gesellschaft seit 1889 Präsident 1908—1910).

Das entomologische Museum [2]) der Eidgenössischen Technischen Hochschule ist seit Jahrzehnten der Mittelpunkt der Interessen der Insektenkunde für Zürich und einen grossen Teil der Schweiz. Die Insektenkunde ist im ganzen noch wenig in die Formen des staatlichen, an den Hochschulen organisierten Wissenschaftsbetriebes eingereiht; ist sie auch an sich nur ein Teil der Zoologie, so bringt es doch der Umfang und die Eigenart ihres Gebietes mit sich, dass noch sehr vielfach, wie auch an gewissen Teilen der Botanik, freie Liebhabertätigkeit an ihrem Betrieb und Aufbau mitwirkt, in allen Abstufungen von spielerischem Zeitvertreib bis zur vollen wissenschaftlichen

---

[1]) Siehe die Notizen 43 (1916), 41 (1915), 38 (1914), 36 (1913), 34 (1912), 32 (1911), 29 (1910), 26 (1909), 24 (1908), 22 (1907).

[2]) Mit gütiger Erlaubnis des Verfassers und der Redaktion abgedruckt aus Nr. 179 der „Neuen Zürcher Zeitung“ vom 31. Januar 1917.

Vertiefung. So kann es nicht fehlen, dass der Leiter eines entomologischen Museums durch viele Fäden mit der Bürgerschaft auch ausserhalb der akademischen Kreise verknüpft ist, dass der Hinschied eines hervorragenden Vertreters dieses Faches in allen Schichten der Gesellschaft bemerkt und bedauert wird, denn in allen Schichten hat die Entomologie ihre treuen und begeisterten Anhänger.

Dr. phil. Max Standfuss kam im Oktober 1885 als Kustos an die zürcherische Sammlung, für die damals die Bezeichnung „Escher-Zollikofer-Stiftung" zwar nicht offiziell, aber ihren Freunden noch vertraut war. Geboren 1854 zu Schreiberhau im Riesengebirge, aufgewachsen daselbst und in dem Pfarrhause zu Parchwitz bei Liegnitz, wohin sein Vater später versetzt wurde, hat er seit frühester Jugend in engem Verkehr mit der Natur gelebt. Der Vater, Pastor Gustav Standfuss, war selbst ein eifriger Sammler und Erforscher der Schmetterlinge seiner schlesischen Heimat; der Knabe wurde schon früh sein Begleiter und Gehilfe bei der entomogischen Tätigkeit, und der Unterricht darin war gewiss von Anfang an ein sehr gediegener; denn Pastor Standfuss war ein tüchtiger Kenner, dessen Name in der Literatur seiner Zeit weiter lebt. Auf einer der von Friedrich dem Grossen gestifteten „königlichen" Pfarreien angestrengt tätig, mit einer zahlreichen Familie gesegnet, erhielt der Pastor die Vergünstigung, seinen Ältesten, unsern Freund, auf die altberühmte Schule zu Schulpforta in Thüringen für die Gymnasialstudien schicken zu dürfen. Die Schule huldigte der streng klassischen Richtung; über ihre Geringschätzung der Naturwissenschaften und der neuen Sprachen wusste Standfuss gelegentlich ein kräftiges Wort zu sagen. Aber gleichwohl gedachte er ihrer stets mit Hochachtung und tiefer Dankbarkeit; es war jedenfalls eine Schule, wo die Jugend Achtung vor geistigen Werten, Selbstzucht und Treue, geduldige und strenge Arbeit lernte. Während der Schuljahre in diesem noch klösterlich strengen Hause blieb die Tätigkeit in Schmetterlingskunde im allgemeinen auf die Ferien im Vaterhaus beschränkt, wurde aber dabei um so ernsthafter betrieben. Nach Abschluss der Gymnasialzeit studierte Standfuss in Halle eine Reihe Semester Theologie; doch ging er vor dem Schlussexamen zur Naturwissenschaft über: die starke Verlockung des ihm vertrauten und damals mächtig aufstrebenden Wissenszweiges, eine reichlich starre Richtung der Halleschen Fakultät und wohl auch eine gewisse Scheu vor dem Auftreten in der breiten Öffentlichkeit liessen den Entschluss zur Reife kommen. Die naturwissenschaftlichen Studien in Breslau gelangten rasch und mit Auszeichnung zum Ziel; mit besonderer Hochachtung gedachte er unter seinen Lehrern des Zoologen Chun und des ausgezeichneten Botanikers Ferdinand Cohn, eines der Väter der Bakteriologie (desselben, der Robert Koch „entdeckt" hat). Nun folgten Studien und Reisen, die ihn mit allen bedeutenden Sammlungen Deutschlands und mit südeuropäischer Natur (in der römischen Campagna, in den Abruzzen, in Südungarn) vertraut machten, endlich mit der Berufung nach Zürich eine sehr bescheidene Existenz, an einem Posten, der zwar zunächst wenig Möglichkeiten der Entwicklung bot, aber doch in der Folge durch die tüchtigen Eigenschaften und die Verdienste des Inhabers selbst in ein besseres Licht rückte.

Die Tätigkeit des Kustoden als Erhalter und Mehrer der Sammlungen war für Standfuss eine selbstverständliche Sache. Äusserst genau in der Technik der Präparation, Anordnung und Aufbewahrung des Materials wurde er für alle, die auf dem Museum verkehrten, zum Muster und Vorbild in dieser

durchaus nicht unwichtigen Sache. Die Gewissheit, dass kostbarer Besitz in gute Hände fallen würde, ermutigte während seiner Amtszeit eine Reihe von Privaten zu grossen Geschenken an das Museum; die Namen ZELLER-DOLDER, Prof. HUGUENIN, Dr. ESCHER-KÜNDIG, Graf GIANFRANCO TURATI, Familie VODOZ, Dr. A. v. SCHULTHESS dürfen in diesem Zusammenhang genannt werden. Andern wertvollen Zuwachs erhielt die Sammlung aus der Lehrtätigkeit und aus den experimentellen Arbeiten ihres Leiters selbst. So konnte sie im vorigen Jahr bereichert und verschönt ihre neuen Räume im Hause der Landwirtschaftlichen Schule beziehen. Mit der Verwaltung der Sammlungen in engster Verbindung steht die mannigfache Hilfe und Belehrung, die der Leiter den Insektenfreunden zu Stadt und Land in unverwüstlicher Gefälligkeit und mit einer ganz seltenen Sachkunde durch seine ganze Dienstzeit erwiesen hat. Aus dieser Quelle ist ihm viel Freundschaft und treue Dankbarkeit geflossen.

Da der damalige Direktor der Sammlung, Prof. GUSTAV SCHOCH, aus Gesundheitsrücksichten die mit seinem Amt verbundenen Vorlesungen abzutreten wünschte, war es gegeben, dass STANDFUSS für ihn eintrat. Er habilitierte sich 1892 als Privatdozent an Polytechnikum und Universität, erhielt 1905 vom Polytechnikum, 1915 auch von der Universität den Professortitel; 1898 war er, nach SCHOCHS Tode, auch zum Direktor des Museums ernannt worden. Die Lehrtätigkeit war ihm eine Herzenssache und ist ihm sehr lieb geworden. Er hat sich ihr zu Liebe sehr bald und gründlich in ihm früher etwas ferner liegende Teile des Faches eingearbeitet, hat jahrelang die Landwirte und Förster in vorbildlicher Weise mit den Insekten vertraut gemacht, die für ihre Praxis von Wichtigkeit sind, immer zeigend, vorweisend, immer reichlich ausgerüstet mit frischem Material, das an die Schüler verteilt wurde. Aus diesem Unterricht entsprungen ist eine ausserordentlich schöne und reiche (vor kurzem von Dr. SCHNEIDER-ORELLI in der Landwirtschaftlichen Beilage der „N. Z. Z." besprochene) Schausammlung über schädliche und nützliche Insekten, früher teilweise in Frauenfeld und Lausanne an den Schweizerischen Landwirtschaftlichen Ausstellungen gezeigt, jetzt eine Zierde des neu eingerichteten Instituts. STANDFUSS hat immer nur freie Fächer gelesen und nie examiniert; dass er gleichwohl eine recht stattliche Schar von Hörern in jedem Semester vereinigte, war ihm ein Beweis, dass er mit seinem Unterricht auf dem rechten Wege war.

Sein Bestes geleistet und seine reichsten Gaben entfaltet hat STANDFUSS endlich als Forscher. Er war einer der Meister der experimentellen Zoologie. Dass er dies war oder werden konnte, hat niemand eher erkannt als der unvergessliche ARNOLD LANG; mit LANGS Berufung nach Zürich 1889 beginnt STANDFUSS' Entfaltung auf dem Forschungsgebiet, das ihm später so reiche Früchte brachte. Alle Möglichkeiten waren zwar da, viele Anfänge schon gemacht, teilweise schon vor Jahren; aber für eine freiere Entwicklung fehlte die Basis einer genügend dotierten und unabhängigen Stellung. Diese zu erringen, hat LANG ihm mit der ganzen Energie seiner überragenden Persönlichkeit geholfen, hat auch beim Eidgenössischen Schulrate, dessen Präsident damals Oberst BLEULER war, Verständnis und Entgegenkommen gefunden. Dass neben dieser mehr äussern Hilfe auch von der wissenschaftlichen Bedeutung des grossen Kollegen reiche Anregung ausging, braucht nicht erst gesagt zu werden; LANG hat aber auch immer gerne anerkannt, dass die Anregung gegenseitig war. Von den frühen neunziger Jahren bis zu seinem Tode hat nun STANDFUSS fast unabsehbare Versuchsreihen durchgeführt: einmal über den Einfluss äusserer Faktoren (namentlich von verschiedenen Temperaturen) auf die

Erscheinung der Schmetterlinge in Farbe und Form; dann über die Wirkung der Kreuzung von Arten, Unterarten und Varietäten, die Eigenschaften der hybriden Nachkommenschaft nach der äussern Erscheinung, dem anatomischen und physiologischen Verhalten. Alle diese Reihen leitete der Gedanke, Gesetzmässigkeiten aufzudecken, die ein Licht auf die Entstehung der Arten werfen könnten. Die Kreuzungsversuche besonders standen seit etwa 1903—05 unter dem Einfluss der Fragestellungen, die sich aus dem an den Namen MENDEL geknüpften neuen Aufstieg der Vererbungslehre ergaben. STANDFUSS' Beiträge auf diesem Gebiet gehören zu den umfangreichsten, die die experimentelle Zoologie überhaupt geliefert hat. Seine grossen Erfolge beruhen auf Eigenschaften, die man nicht lehren oder lernen kann, die man hat oder nicht hat. Umfangreiche Schmetterlingszuchten so genau und mit so geringen Verlusten durchzuführen, wie es die Vererbungswissenschaft erfordert, braucht eine Treue und einen Fleiss im kleinen, einen Reichtum an Erfindung zur Überwindung von Hindernissen, eine Liebe zur Sache und zu den Tieren selbst, wie sie eben der Verstorbene in seltenem Masse besass. Das Material ist nicht tote Masse, sondern selbst reiches Leben, das nur dem gehorcht, der es kennt, liebt und selbst miterlebt.

Der Verstorbene hatte 1889 einen Hausstand gegründet, ihm selbst ein glückliches und freundliches, seinen Freunden ein gastliches Heim. Seinen Vater hat er treulich jedes Jahr in den Sommerferien im heimatlichen Schlesien besucht, bis er 1897 im Alter von 82 Jahren verstarb. Seither hat er die Schweiz kaum mehr verlassen, sich für die Ferien für sein Lebtag dem Zauber des Oberengadins verschrieben, dessen Schmetterlinge er denn auch kannte wie sonst kaum noch jemand. In den lokalen und schweizerischen mit Entomologie und Naturkunde betätigten Vereinigungen war er ein hochgeschätztes Mitglied um seiner liebenswürdigen Persönlichkeit willen, wie um seiner interessanten Vorträge und wundervollen Vorweisungen. Die zürcherische Naturforschende und die schweizerische Entomologische Gesellschaft hat er präsidiert; von zahlreichen, besonders ausländischen, darunter hochansehnlichen Gesellschaften ist er zum Ehrenmitglied ernannt worden. Sein früher Tod schloss eine lange und leidensvolle Krankheit, die seine Arbeiten nicht unterbrochen, aber schon lange schmerzlich erschwert hat. [Direktor Dr. Ris, Rheinau.]

Ulrich Meister (1838—1917, Mitglied der Gesellschaft seit 1903).

Der am 3. Februar 1917 erfolgte Hinschied Forstmeister MEISTERS[1]) hat in den weitesten Kreisen Gefühle der Trauer und der hohen Verehrung wachgerufen für den Mann, der bis ins hohe Alter seine hervorragenden Fähigkeiten und eine unermüdliche Schaffenskraft in den Dienst seines teuren Vaterlandes, seines geliebten Berufes, der Volkserziehung und der Wissenschaften gestellt hat. Seine Freunde und Bekannten verbindet ein Band inniger Dankbarkeit zu dem äusserst vielseitigen Forstmeister; liess er doch jeden in seinem reichen Buche der Lebenserfahrung blättern, ohne mit Rat und Tat zu kargen. Wie manchem Unsichern, Verzagenden wusste er mit seiner raschen Entschlossenheit und seinem frohen, geraden Sinn, verbunden mit grosser Menschenkenntnis, den rechten Lebensweg zu weisen.

---

[1]) Mit gütiger Erlaubnis des Verfassers und der Redaktion abgedruckt aus Nr. 3 der „Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen", März 1917.

Ulrich Meister wurde am 14. Januar 1838 als einziger Sohn des Kreisforstmeisters Meister in Benken geboren, wo er seine erste Jugend mit zwei Schwestern im elterlichen Haus verlebte. Ein gestrenger, im weiten Umkreise hochangesehener Vater und eine kluge, tatkräftige Mutter gaben dem jungen Meister in ihrer straffen, einfachen Erziehung alles das mit auf den Lebensweg, was wir an unserm verehrten Lehrmeister und Kollegen später bewunderten: hohe Intelligenz, Tatkraft und Selbstbewusstsein, gepaart mit der unsern Zürcherweinländern eigenen Schlagfertigkeit. Von Benken aus besuchte Meister das Gymnasium im nahen Schaffhausen und später die Industrieschule in Zürich, um sich in den Jahren 1856—1858 auf der Forstschule des im Jahre vorher eröffneten eidgenössischen Polytechnikums zum Forstmanne auszubilden. Die forstlichen Disziplinen wurden damals im sogenannten „Hinteramt" bei der Augustinerkirche durch die Professoren Elias Landolt und Xavier Marchand einem noch kleinen Kollegium von Forstbeflissenen vorgetragen. Zu den Mitstudierenden gehörten die Herren Landammann Zollikofer und Forstinspektor Lorétan, während im vorangehenden Kurse die Herren Forstmeister Keller, Forstinspektor Bertholet und Landtwing studierten. Der damalige Studiengang schien den jungen Meister nur mässig zu befriedigen, so dass er sich allen Ernstes mit Umsattelungsgedanken befasste. Auf Veranlassung seines Vaters besuchte er noch an der Universität Giessen die Vorlesungen von Professor Gustav Heyer, der ihn bald zum Assistenten ernannte und ihm speziell die Redaktion der „Forst- und Jagdzeitung" anvertraute. Unter der trefflichen Führung Heyers erwachte in dem äusserst strebsamen jungen Mann die Liebe zum Fache und bestimmte ihn, demselben treu zu bleiben. Im Jahre 1859 beantragte die Universität Giessen seine Ernennung zum Privatdozenten. Die Treue zur heimischen Scholle überwog jedoch die Lust und Freude an der akademischen Laufbahn. Ende des Jahres trat der schweizerische Forstmann seine Rückkehr an und verband damit eine ausgedehnte forstliche Studienreise durch Mittel- und Süddeutschland. Die Rheinlande mit ihrem damals in höchster Blüte stehenden Eichenschälwaldbetrieb, Aachen, der Harz, Solingen, Göttingen, Bamberg, der Spessart und seine berühmten Eichen und zuletzt der württembergische und badische Schwarzwald wurden einlässlich studiert. Durch Professor Gustav Heyer allerorts gut eingeführt, hatte diese Studienreise für Meister bleibenden Wert, indem sie dauernde Bekanntschaft mit tüchtigen Forstmännern und bedeutenden Akademikern brachte. Im Jahre 1860 beschäftigte ihn sein Vater als Forstgehilfe und übertrug ihm speziell die Bewirtschaftung der im Badischen gelegenen Klosterwaldungen von Rheinau. 1861 erhielt er die Verwaltung der Waldungen des Nonnenklosters St. Katharinental, sowie diejenige der Stadt Stein a. Rhein. 1862 wurde Ulrich Meister zum Forstadjunkten des Kantons Zürich gewählt an Stelle des zum Stadtforstmeister von Schaffhausen beförderten Herrn Vogler, dessen Vorgänger, Forstmeister Stockar in Schaffhausen, auf nie aufgeklärte Weise erschossen wurde. Die damaligen Verhältnisse mit den äusserst mangelhaften Verkehrsmitteln brachten dem Forstadjunkten weite Touren auf Schuhmachers Rappen, denn die Kutsche des Oberforstmeisters Finsler war selten zu haben. Für erspriessliche Arbeit blieb bei solchen Tagesmärschen, z. B. von Zürich an den Irchel und zurück, herzlich wenig Zeit übrig, so dass in ihm neuerdings reuige Gefühle über den gewählten Beruf wach wurden. Die glückliche Fügung wollte es, dass er schon nach zwei Jahren, Anno 1864, an Stelle des zum Oberforstmeister ernannten Prof. E. Landolt, den ersten Forstkreis als Kreisforstmeister antreten konnte.

Für den sechsundzwanzigjährigen Forstmeister Meister begann eine neue Lebensetappe; der Schritt ins öffentliche Leben als Mitglied des grossen Stadtrates von Zürich, der Bezirksschulpflege, der Quaikommission und des Kantonsrates. Es ist hier nicht der Ort, seine grossen Verdienste als Politiker, Militär und Förderer der Volkserziehung zu schildern; diese Aufgabe haben die Tagesblätter und vor allem seine Freunde an der Bahre in überaus würdiger Weise gelöst. Wir verfolgen den verehrten Verstorbenen lediglich in seiner segensreichen Wirksamkeit als Forstmann. Seine in Deutschland erworbenen Kenntnisse über Durchforstungen, natürliche Verjüngung durch Lichtung und Absäumung wusste er in seinem Forstkreise praktisch zu verwerten. Speziell im „Amt“ (Bezirk Affoltern) fanden seine Neuerungen bei Gemeinde- und Korporationsvorsteherschaften rasches Verständnis. Mit grösster Befriedigung durfte er sich im letzten Jahr seiner forstlichen Tätigkeit von dem guten Erfolge seiner 50 Jahre vorher getroffenen forstlichen Massnahmen überzeugen und den Dank der Gemeinden und Korporationen entgegennehmen — gewiss ein seltenes Vorkommnis, selbst wenn der Forstmann älter wird als andere Sterbliche! — Im Jahre 1868 trat Forstmeister Meister zum ersten Male schriftstellerisch an die Öffentlichkeit mit einer Preisschrift des landwirtschaftlichen Vereins: „Beste Bewirtschaftung der Privatwaldungen“, die ihm den 1. Preis einbrachte. Diese Schrift zeitigte in der Folge ohne Zweifel unter den Privatwaldbesitzern gewisse Resultate, so dass im Jahre 1874 der genannte Verein eine Preisausschreibung „Über ausgezeichnete Leistungen auf dem Gebiete der Privatforstwirtschaft“ veröffentlichte. Der Erfolg des Preisausschreibens war — wie er noch heute wäre — ein unbedeutender; hervorragend und bahnbrechend sind jedoch die „Betrachtungen über die zürcherische Privatforstwirtschaft als Resultat der vom kantonalen landwirtschaftlichen Verein angeordneten Untersuchung über ausgezeichnete Leistungen auf dem Gebiete der Privatforstwirtschaft“ von Ulrich Meister, Forstmeister, Zürich, 1875. Meister hat in dieser Schrift fünf allgemeine Sätze aufgestellt, die wir Forstleute heute — nach 40 Jahren — noch voll und ganz unterschreiben dürfen. Sie lauten in abgekürzter Form:

1. Arrondierung der einzelnen Parzellen.
2. Innehaltung einer den Verhältnissen angemessenen Umtriebszeit, sei es für Hochwald, Mittelwald oder Niederwald.
3. Erziehung gemischter Bestände.
4. Möglichst intensive Nachzucht des Jungwuchses durch natürliche Verjüngung, Pflanzung oder Saat.
5. Der vorhandene Waldbestand wird nur dann zum nutzbringenden Besitztum, wenn ihm, wie im Landwirtschaftsbetriebe, pflegliche Behandlung zuteil wird.

Zum Schlusse ruft Meister den Privatwaldbesitzern zu:

„Befreit euch von dem Wahne, dass die Privatforstwirtschaft der Einmischung des Staates ganz entbehren könne. Ohne ein die Gemeinsamkeit der wirtschaftlichen Bestrebungen regulierendes Recht wird sie sich niemals auf einen befriedigenden Standpunkt zu schwingen vermögen.“

Hier darf nicht unerwähnt bleiben, dass Forstmeister Meister im Jahre 1871 dank seinem regen Verkehr mit befreundeten badischen Forstleuten zum Ehrenmitgliede des badischen Forstvereins ernannt wurde.

Am 1. Juli 1875 wählte der Stadtrat von Zürich Herrn Forstmeister Meister zum Stadtforstmeister von Zürich an Stelle des zurücktretenden Herrn

Karl Ludwig von Orelli. In den ersten Jahren seiner forstlichen Tätigkeit im Sihlwald war Ulrich Meister nichts weniger als auf Rosen gebettet. Sein Amtsvorgänger, der im nahen Wildpark Langenberg residierte, bereitete dem von forstlich neuen Ideen erfüllten Stadtforstmeister alle erdenklichen Schwierigkeiten. Der konservative Wirtschafter fürchtete für seinen während vierzig Jahren für die damalige Zeit gut geführten Sihlwaldbetrieb und wetterte hauptsächlich gegen das von Meister mit Intensität eingeführte System kräftiger Durchforstungen. Die grosse Befriedigung, die der neue Stadtforstmeister in der Bewirtschaftung der prächtigen Laubwaldungen des Sihlwaldes fand und hauptsächlich auch die Möglichkeit, sich wissenschaftlich betätigen zu können, besiegten die ihm in den Weg gelegten Hemmnisse. Unter seiner Leitung wurde die im Jahre 1874 begonnene Vermessung und Kartierung des Sihlwaldes bis 1878 in trefflicher Weise zu Ende geführt. Daran anschliessend erfolgte die Schaffung eines neuen Wirtschaftsplanes für die Periode 1881—1900. Mit diesem Werke, das weit über den Rahmen des gewöhnlichen Wirtschaftsplanes hinausgeht, hat dann auch Forstmeister Meister alle und jede Bedenken über seine Wirtschaftsführung aus der Welt geschafft. Anno 1883 erschien der durch eine interessante forstgeschichtliche Studie und mit Lokalerfahrungstafeln für die Buche im Sihlwald versehene Wirtschaftsplan in Buchform und brachte dem Verfasser nicht nur hohe Anerkennung seitens des Stadtrates von Zürich und der schweizerischen Forstbeamten, sondern auch der ausländischen forstlichen Kreise, die sich immer mehr für den Sihlwald und seinen Wirtschafter interessierten.

Die zwei ersten Dezennien seiner Wirksamkeit als Stadtforstmeister galten vornehmlich dem forsttechnischen Ausbau des Sihlwaldes. Viel Mühe und Arbeit kostete die Verbesserung der privaten Sihltalstrasse und deren Öffentlicherklärung, die erst im Jahre 1883 — nach einem siebenjährigen Kriege, wie sich Meister scherzweise ausdrückte — erfolgte. Im gleichen Jahre wurde der schwankende Holzsteg über die Sihl beim Forsthause durch eine solide Brücke ersetzt und so die Fahrverbindung mit den Gemeinden am See hergestellt. Ganz besondere Aufmerksamkeit schenkte Stadtforstmeister Meister dem Holztransportwesen. Der in den siebziger Jahren begonnene Strassenbau befriedigte ihn nicht; denn er zeigte sich für den Abtransport grosser Holzmassen als unzureichend. Er machte deshalb Versuche mit Holzriesen und Waldbahn und gelangte im Jahre 1885, veranlasst durch den Schneebruch, dessen enorme Holzmassen gewaltige Anforderungen an die Arbeitsleistung der Forstverwaltung stellten, zum Ausbau eines kombinierten Transportsystems von Holzriese und Waldbahn, das im Laufe der Jahre immer mehr entwickelt und verbessert wurde. Den dem Sihlwald eigenen Holzverarbeitungsbetrieb mit Imprägnieranstalt erweiterte und modernisierte Oberst Meister in mustergültiger Weise. Hierbei darf auch der Fürsorge für die Arbeiterschaft nicht vergessen werden, die er durch Schaffung einer Krankenkasse für Forstamtsarbeiter und deren Frauen, durch den Bau von Arbeiterwohnungen und die Gründung einer Schule im Sihlwald betätigte. Eine Unfallentschädigungskasse hatte schon sein Vorgänger eingerichtet. Mit grossem waldbaulichen Verständnis und mit Umsicht leitete und überwachte Forstmeister Meister die Auszeichnung und Durchführung der Schläge und der ausgedehnten Durchforstungen. Sein Forstpersonal, die zahlreichen Praktikanten, die vielen forstlichen Besuche aus aller Herren Ländern genossen auf den unter Meisters kundiger Führung gemachten Waldbegehungstouren durch praktische und wissenschaftliche Aus-

sprache in hohem Masse der Aufklärung und Belehrung. Besonderes Interesse brachte Forstmeister Meister auch der Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen und der Forstschule an der technischen Hochschule entgegen. In diese Periode fällt auch der Bau der Sihltalbahn, deren Bestehen hauptsächlich der Initiative Meisters zu verdanken ist; mit dem Betriebe dieser Nebenbahn ist der städtischen Bevölkerung der Sihlwald erst eigentlich erschlossen worden. Der zürcherische Naturfreund kann nun nicht nur mühelos sein Juwel, die Jahrhunderte alte Stadtwaldung, durchstreifen, er gewinnt auch sofort den Eindruck, dass der „Sihlherr" die ihm anvertraute Waldung nicht nur in forstlicher, sondern auch in ästhetischer Hinsicht zu pflegen und zu fördern wusste.

Mit der Stadtvereinigung im Jahre 1893 eröffnete sich dem Stadtforstmeister die vermehrte und zugleich lohnende Aufgabe der Arrondierung des städtischen Waldbesitzes im vereinigten Zürich. Es war Ulrich Meister vergönnt, diese Aufgabe, die ihm der Stadtrat von Zürich in weitblickender Weise gestellt hatte, in der Hauptsache mit bestem Erfolg zu lösen; war es ihm doch möglich, das Waldareal innert 20 Jahren um rund 600 Hektaren zu erweitern. Er hat sich mit dieser mühevollen Arbeit ein bleibendes Denkmal in seinem lieben Zürich geschaffen. Die Jahrhundertwende rief auch der Revision des Wirtschaftsplanes für den Sihlwald. Stadtforstmeister Meister benützte den Anlass, seine frühere Arbeit noch weiter auszugestalten und zu einer eigentlichen Monographie des Sihlwaldes zu machen. In diesem reich mit Bildern ausgestatteten Buche hat der Verfasser seine forstlichen Grundsätze, sowie seine Erfahrungen als langjähriger Wirtschafter in einlässlicher, gediegener Form niedergelegt. Dieses im In- und Auslande mit hoher Anerkennung aufgenommene forstliche Werk sichert dem verehrten Verstorbenen ein dauerndes, dankerfülltes Andenken der Forstleute.

Nicht unerwähnt darf hier die forstliche Tätigkeit Meisters auf eidgenössischem und kantonalem Gebiete als Gesetzgeber und Förderer des Subventionswesens bleiben. Anlässlich der Jubiläumsfeier der eidgenössischen technischen Hochschule hat die Universität Zürich Herrn Oberst Meister in Verdankung seiner grossen Verdienste um das Erziehungswesen zum Doctor honoris causa ernannt.

Das ist in kurzem Umrisse Ulrich Meisters reichhaltiges Leben als Forstmann; seine Kollegen und seine zahlreichen Schüler werden seiner stets in Verehrung gedenken.

C. Tuchschmid.

Emil Joseph Constam (1858—1917, Mitglied der Gesellschaft seit 1881).

In einer Zeit[1]), in der die Frage der Brennstoffversorgung unseres Landes das ganze Wirtschaftsleben immer stärker beschäftigt, ist uns der beste Kenner und der kompetenteste Mann auf dem Gebiete der Brennstoffkunde entrissen worden. Am 11. Februar 1917 starb nämlich infolge eines Herzschlages Prof. Dr. E. J. Constam, Direktor der Eidg. Prüfungsanstalt für Brennstoffe an der Technischen Hochschule in Zürich. Sein Tod bedeutet für dieses Institut und

---

[1]) Der hier folgende Nekrolog ist von Constams Nachfolger, Direktor Dr. P. Schläpfer, verfasst. Wir sind ihm für die gütige Erlaubnis, seine Erinnerungsschrift in unseren kulturgeschichtlichen Notizen zum Abdruck zu bringen, zu aufrichtigem Danke verpflichtet.

die schweizerische Industrie einen unersetzlichen Verlust. Noch nie wurde in unserm Lande die Wichtigkeit einer richtigen Brennstoffversorgung deutlicher erkannt als heute, denn die Knappheit der noch verfügbaren Vorräte lässt die weitesten Kreise fühlen, wie wichtig die vom Auslande eingeführten fossilen Brennstoffe für unser Land auch jetzt noch sind und welche Bedeutung darin liegt, dass deren zweckmässige und ökonomische Verwendung erstrebt wird. Prof. CONSTAM war einer der Männer, die dies schon vor vielen Jahren erkannten, und er hat im letzten Jahrzehnt seine ganze Kraft und sein reiches Wissen dafür eingesetzt, damit die Brennstoffversorgung unseres Landes in bester Form durchgeführt werde. Seiner Initiative ist es zu verdanken, dass der Eidg. Technischen Hochschule im Jahre 1907 eine vierte Annexanstalt angegliedert wurde, deren Aufgabe es u. a. ist, die in der Schweiz verwendeten Brennstoffe auf ihre Qualität und zweckmässige Verwendbarkeit in den verschiedenen Industriezweigen zu untersuchen.

Erst in den reiferen Mannesjahren ist E. J. CONSTAM auf das Arbeitsgebiet übergegangen, auf dem er bahnbrechend gewirkt hat, und es ist in erster Linie den gründlichen Kenntnissen und den persönlichen Eigenschaften des Verstorbenen zu verdanken, wenn die Prüfungsanstalt für Brennstoffe ihrer Aufgabe in vollem Masse gerecht wurde.

E. J. CONSTAM wurde 1858 in Newyork geboren. Schon im Jahre 1865 verliess er mit seinen Eltern Amerika. Sie siedelten nach Frankfurt am Main über. Der einzige Sohn war zum Kaufmann bestimmt und er besuchte in dieser Stadt die Realschule und die Handelsschule der Polytechnischen Gesellschaft. In dem jungen Mann erwachte bald die Freude zu den Naturwissenschaften und er setzte es demzufolge durch, als Schüler der chemischen Abteilung am schweizerischen Polytechnikum in Zürich eintreten zu können. Im Jahre 1878 erwarb sich CONSTAM das Diplom als technischer Chemiker. Er studierte darauf noch ein Semester bei seinem Lehrer VIKTOR MEYER und trat dann eine Reise nach den Vereinigten Staaten Amerikas an. Nach seiner Rückkehr übersiedelte er an die Universität Strassburg, um im Laboratorium von ROSE während zweier Semester analytische Chemie zu studieren. Ein weiteres Jahr verwendete CONSTAM zu physikalischen Studien bei KOHLRAUSCH und KUNDT. Der Aufenthalt in Strassburg gab CONSTAM ungemein viel Anregung. Strassburg hatte damals noch eine verhältnismässig kleine Universität und der Verkehr zwischen Lehrern und Schülern war ein viel engerer, als dies bei den heutigen Verhältnissen an den grossen Hochschulen möglich ist. Namentlich die physikalischen Studien regten CONSTAM so an, dass er sich in spätern Jahren immer mehr der physikalisch-chemischen Richtung anschloss.

Nach dem Strassburger Aufenthalt folgte er einem Rufe seines verehrten Lehrers VIKTOR MEYER als Assistent nach Zürich. Hier begann er selbständig auf dem Gebiete der organischen Chemie zu arbeiten. Im Jahre 1882 promovierte er an der Universität Zürich mit einer Arbeit „Über die Azaurolsäuren, eine Reihe stickstoffhaltiger Fettkörper“ zum Doktor philosophiae.

Eine einjährige Tätigkeit am Technikum in Winterthur als Lehrer für Chemie befriedigte ihn dermassen, dass er sich entschloss, sich ganz der Lehrtätigkeit und wissenschaftlichen Arbeiten zu widmen. Er habilitierte sich deshalb 1885 an der Eidg. Polytechnischen Schule als Dozent für Chemie und wirkte dort bis zu seinem Tode als Lehrer. 1899 wurde ihm der Professortitel verliehen. In den ersten Jahren betätigte er sich fast ausschliesslich auf dem Gebiete der organischen und allgemeinen Chemie. Während dieser Zeit

veröffentlichte er auch eine Reihe von organischen Arbeiten, z. B. Studien über die Äthylazaurolsäuren, über die Pyridinbasen im Steinkohlenteer, über Nitrosochinone, über die Amidoisopropylbenzole.

Im Jahre 1891 trat er eine zweite Reise nach den Vereinigten Staaten von Amerika und Kanada an und besuchte dort im Verlaufe eines Jahres eine ganze Reihe von technischen Lehranstalten, Fabrikbetrieben, Hütten, Kohlen- und Ölgebieten. Nach seiner Rückkehr nahm er seine Lehrtätigkeit wieder auf. Als Niederschlag seiner Studienreise traten im Programm des Polytechnikums Vorlesungen über Metallurgie des Nickels, Kupfers und Aluminiums auf.

Constam ging nun mehr auf das Gebiet der physikalischen und Thermochemie über. Seine Neigung zu diesem Wissenszweige wurde immer ausgesprochener; er erkannte auch dessen Wichtigkeit für den technischen Chemiker und las darum bis 1906 über physikalische Chemie, Anwendung physikalischer Messmethoden in der Chemie und organische Elektrochemie. 1894/95 machte er bei Ostwald in Leipzig physikalisch-chemische Spezialstudien. Es war gegeben, dass Constam auch in seinen praktischen Arbeiten das Gebiet der reinen organischen Chemie verliess. 1896 entdeckte er gemeinsam mit Hansen die Perkarbonate. Seine Bemühungen, diese neuen Verbindungen für die Industrie nutzbar zu machen, musste er allerdings aufgeben, weil bald darauf billigere, dem gleichen Zwecke dienende Produkte in den Handel gebracht wurden. 1900 veröffentlichte er eine Studie über die Konstitution der Hyperborate und 1903 brachte er eine sehr schöne Arbeit über die Thermochemie der Pyridinbasen zum Abschluss.

Die erwähnten Arbeiten führten Constam dazu, sich auch mit der angewandten Thermochemie zu befassen. Die Konstruktion der kalorimetrischen Bombe durch Berthelot brachte es mit sich, dass dadurch auch für die Untersuchung der Brennstoffe ein sehr bequemes und genaues Instrument zur Verfügung stand. Constam beschäftigte sich daher eingehend damit. 1899 übertrug ihm der schweizerische Verein von Dampfkesselbesitzern die Untersuchung der Brennstoffe. Diese Arbeiten nahmen Constam nach und nach fast vollständig in Anspruch, denn die Zahl der Untersuchungen wuchs ständig an. Er war genötigt, im physikalisch-chemischen Institut eine thermochemische Station zu errichten. Für die Schweiz waren die Brennstoffuntersuchungen besonders wichtig, weil wir fast ganz auf den Bezug vom Auslande angewiesen sind. Bei uns werden die Zechenpreise durch die hohen Frachtkosten fast verdoppelt und es lohnt sich demnach nicht, aschen- und wasserreiche Kohlen auf grosse Entfernungen heranzutransportieren, oder überhaupt ungeeignete Brennstoffe einzuführen, solange der Brennstoffmarkt eine Auswahl zulässt. Eine Kontrolle der Ware ist daher von grösster Bedeutung. Constam setzte nun seine ganze Energie ein, um ein staatliches Institut zu errichten, das der Brennstoffuntersuchung dienen sollte, denn nur ein Institut, das vollkommen unabhängig war, konnte vom Brennstoffproduzenten und vom Brennstoffkonsumenten als Kontroll- und Schiedsstelle anerkannt werden. Es bedurfte allerdings jahrelanger Arbeit, bis das gesteckte Ziel erreicht war. Die Wichtigkeit und die Notwendigkeit eines derartigen Instituts wurde auch in den interessierten Kreisen immer mehr erkannt. Am 17. August 1903 berief die Generaldirektion der schweizerischen Bundesbahnen eine Konferenz zur Besprechung der Angelegenheit ein, an der die in Frage kommenden Körperschaften teilnahmen. Es kam zu einer Eingabe an den Bundesrat, in der verlangt wurde, dass das „Thermochemische Laboratorium“ am Polytechnikum

zu einer eigentlichen Prüfungsanstalt für Brennstoffe ausgebaut werde. Ein diesbezüglicher Bundesratsbeschluss wurde am 30. Januar 1906 gefasst, so dass die Prüfungsanstalt für Brennstoffe im Jahre 1907 ins Leben gerufen werden konnte. Es war gegeben, dass CONSTAM, der sich durch viele Arbeiten auf dem Gebiete der Brennstoffuntersuchung bereits einen Namen als Brennstoffkenner gemacht hatte, die Direktion dieses neuen Institutes übernahm.

In den letzten zehn Jahren widmete sich CONSTAM ausschliesslich der neuen Aufgabe. Mit der Übernahme dieser Stellung trat er von seiner Lehrtätigkeit am physikalisch-chemischen Institut zurück und hielt dafür Vorlesungen über Brennstoffkunde und Feuerungstechnik. Er konnte auf diesem Gebiete die reichen Erfahrungen seiner Tätigkeit nutzbringend anbringen.

Neben seiner wissenschaftlichen Gründlichkeit besass CONSTAM auch die ausgesprochene Fähigkeit, die wirtschaftliche Seite von technischen Problemen zu würdigen. Dadurch wurde er immer mehr zum Berater der Industrie in Brennstoffragen. Sein Urteil war durchaus objektiv und in keiner Weise beeinflusst. Er hatte sich zur Gewohnheit gemacht, fachliche und wirtschaftliche Dinge erst reiflich zu überlegen, bevor er damit an die Öffentlichkeit trat. Zur richtigen Zeit aber griff er immer aufklärend ein. Wegen seiner grossen Fachkenntnisse und Unparteilichkeit war seine Meinung nicht nur bei den Brennstoffverbrauchern, sondern auch bei den grossen Produzenten sehr geschätzt. Er konnte daher in seiner Stellung für das Wirtschaftsleben der Schweiz viel wirken, ohne dass er nach aussen sehr hervortrat. Den schweizerischen Bundesbahnen, dem Kohlenverband schweizerischer Transportanstalten, den schweizerischen Gaswerken und dem Verein schweizerischer Dampfkesselbesitzer leistete er sehr grosse Dienste. Seine Stellung brachte es mit sich, dass er auch dem kleinen Gewerbetreibenden als Ratgeber nützen konnte. Er scheute sich nicht, gegen Voreingenommenheiten anzukämpfen.

Als Leiter des Thermochemischen Institutes und hierauf der Prüfungsanstalt für Brennstoffe führte CONSTAM mit seinen Mitarbeitern eine ganze Reihe von Arbeiten aus. Zunächst trachtete er darnach, die Brennstoffuntersuchungsmethoden zu verbessern und zu vereinfachen, ohne dass dabei die wissenschaftliche Genauigkeit Einbusse erlitt. Teilweise mussten für die Beurteilung von Brennstoffen erst ganz neue Untersuchungsmethoden geschaffen werden. Später ging CONSTAM mehr dazu über, Probleme wirtschaftlicher Natur zu bearbeiten. Er arbeitete darauf hin, bei den technischen Feuerungen Brennstoffersparnisse herbeizuführen, sei es dadurch, dass die Brennstoffe für bestimmte Anlagen richtig gewählt werden, sei es, dass die vorhandenen Anlagen in zweckmässiger Weise abgeändert wurden. Er war es auch, der auf Grund seiner eingehenden praktischen Studien dem schweizerischen Gaskoks die richtige Würdigung zuteil werden liess. Neben der wissenschaftlichen Tätigkeit wurde CONSTAMS Zeit durch Ratschlagerteilungen und durch grössere technische Arbeiten für die Industrie, deren Veröffentlichung nicht geschehen durfte, in Anspruch genommen. Auch in den letzten Jahren machte CONSTAM eine Reihe von Reisen nach England und Deutschland, um besonders die Fortschritte auf dem Gebiete der Kohlenförderung und Kohlenverarbeitung zu studieren. Die dabei gemachten Erfahrungen kamen ihm in seiner Stellung sehr zunutzen.

Von den auf dem Gebiete der Brennstoffkunde ausgeführten Arbeiten, die teils als Dissertationen, teils als Abhandlungen in verschiedenen in- und ausländischen Zeitschriften veröffentlicht wurden, seien hier nur die wichtigsten genannt: 1904: Der Einfluss der Festigkeit von Steinkohlenbriketts auf ihre

Verdampfungsfähigkeit; Bestimmung der Koksausbeute von Steinkohlen und Steinkohlenbriketts; Über die Ermittlung des Gehalts an Bindemitteln bei Steinkohlenbriketts. 1905: Chemische Methoden zur Beurteilung von Steinkohlenbriketts. 1906, 1908 und 1909: Studien über die Entgasung der hauptsächlichsten Stein- und Braunkohlentypen. 1906: Studien über die chemische Zusammensetzung und die Verbrennungswärmen von Koken verschiedener Darstellungsverfahren. 1906: Studien über die PARR'sche Methode zur Bestimmung der Verbrennungswärme von Steinkohlen. 1908: Studien über die Bestimmung des Schwefels in Brennstoffen. 1909: Studien über die Ermittlung der flüchtigen Bestandteile in festen Brennstoffen. 1909 und 1911: Studien über den Einfluss der flüchtigen Bestandteile fester Brennstoffe auf den Wirkungsgrad von Kesselanlagen mit Innenfeuerung. 1913: Studien über die Dieselmotorentreiböle. 1914: Studien über die Schmelztemperaturen von Kohlenaschen.

In vielen Gesellschaften und technischen Vereinen hielt er Vorträge aus dem Gebiete der Brennstoffkunde und trug auch dadurch dazu bei, die Ökonomie der Brennstoffverwendung in unserem Lande zu heben. Es war ein Genuss, seine formvollendeten und wohldurchdachten Worte anzuhören.

Äusserlich wurde seine vielseitige Tätigkeit auf dem Gebiete der Volkswirtschaft dadurch geehrt, dass ihm die Stadt Zürich 1908 das Bürgerrecht in Anerkennung seiner Verdienste schenkte und dass er als Mitglied in verschiedene technische Kommissionen (Internationale Petroleum-Kommission; Heiz- und Lichtmess-Kommissionen des schweizerischen Gas- und Wasserfachmänner-Vereins) gewählt wurde.

Prof. CONSTAM hatte gehofft, dass das Institut auch für Unterrichts- und Lehrzwecke an der Eidg. Technischen Hochschule herangezogen werde. Die Raumverhältnisse in der Anstalt gestatteten es aber nicht, Unterrichtslaboratorien für die Studierenden einzurichten.

Er hatte die Freude, dass eine ganze Anzahl seiner Assistenten und Mitarbeiter im In- und Auslande in angesehene Stellungen traten und so den guten Ruf des Institutes verbreiten halfen. Seinen Schülern war er ein Lehrer, der nicht nur ihre Fachkenntnisse erweiterte, sondern sie namentlich auch in wirtschaftliche Fragen der Berufstätigkeit einführte.

Die Natur der Lehrtätigkeit des Verstorbenen brachte es mit sich, dass seine Schülerzahl eine beschränkte war; um so eher konnte er aber dem einzelnen nahetreten. Er verlangte von seinen Schülern peinlich genaue Arbeit und erzog sie zu ernster Pflichtauffassung. Infolge seiner vielseitigen Tätigkeit und grosser Reisen war er in der Lage, ihnen viel von seiner reichen Lebenserfahrung mit auf den Lebensweg geben zu können, und sicherte sich so treue Anhänglichkeit und dauernde Wertschätzung.

Das Lebensbild des Verstorbenen wäre nicht vollständig, wenn hier nicht erwähnt würde, dass CONSTAM in seinem Familienleben und in der Beschäftigung mit Kunst und Natur volle Erholung von seiner Arbeit gefunden hat. Er war ein Mann mit einer impulsiven Natur, der auch mit seinen Ansichten in Freundeskreisen nicht zurückhielt; wenn er etwas als falsch erkannt hatte, so gab er seiner Meinung unverhohlen Ausdruck. Alle diejenigen aber, die mit ihm in Verkehr traten, rühmen an ihm seine hohe Begabung und seine liebenswürdigen und vollendeten Umgangsformen. So ist es erklärlich, wenn in ihm nicht nur ein Forscher, sondern auch ein edler Mensch betrauert wird.

P. Schläpfer.

Carl Hartwich (1851—1917, Mitglied der Gesellschaft seit 1892).

Ein schwerer Verlust[1]) hat die Eidgenössische Technische Hochschule, die Wissenschaft und die gesamte Apothekerwelt betroffen: Prof. HARTWICH ist am 25. Februar nach langem, schwerem Leiden seiner Familie und uns durch eine Lungenentzündung entrissen worden. Es möge einem langjährigen Kollegen und Freund des Verstorbenen vergönnt sein, ihm an dieser Stelle einen Nachruf zu widmen.

CARL HARTWICH wurde am 26. März 1851 in Tangermünde, dem ehrwürdigen Städtchen der Altmark geboren, wo sein Vater eine Apotheke führte. Nachdem er das Gymnasium in Stendal absolviert hatte, trat er mit Neujahr 1870 als Lehrling in die väterliche Apotheke ein. Seine Gehilfenzeit verlebte er in Coburg und in Weilburg an der Lahn. Die herzogliche Naturaliensammlung auf der alten Feste Coburg und die Bergwerke Weilburgs lieferten seinen naturwissenschaftlichen Neigungen willkommenen Stoff. Im Jahre 1876 bezog er die Universität Berlin, wo er bei ALEXANDER BRAUN, ASCHERSON, BREFELD, HOFFMANN, SELL, SCHNEIDER und PINNER hörte. Nachdem er sein Staatsexamen bestanden, leistete er in Berlin seinen Militärdienst als Pharmazeut und versah nebenbei zeitweise die Stelle eines Chemikers in der Fabrik von Farb- und Gerbmaterialien von Corner.

Da sein Vater infolge von Kränklichkeit wünschte, die Last der Geschäfte auf jüngere Schultern zu übertragen, übernahm HARTWICH am 1. Juli 1879 die väterliche Apotheke, die er in der Folge 12 Jahre lang geführt hat. Seine kargen Mussestunden widmete er der Wissenschaft: er botanisierte zunächst eifrig, wandte sich aber bald, durch FLÜCKIGERS Schriften angeregt, dem Studium der Anatomie und Geschichte der Drogen zu. Dabei interessierten ihn besonders die Gallen. Daneben betrieb er eifrig prähistorische Studien: das „Buddeln", wie er scherzhaft die Ausgrabungen nannte, wurde seine Leidenschaft. Er trieb es mit solchem Erfolg, dass ihm das preussische Kultusministerium die Mittel zur Fortsetzung gab. Im Völkermuseum in Berlin nehmen die HARTWICHSCHEN Funde aus der Altmark einen breiten Raum ein.[2])

Die Lust an wissenschaftlicher Betätigung nahm unsern HARTWICH schliesslich so gefangen, dass er sich entschloss, seine Apotheke zu verkaufen und nach Braunschweig überzusiedeln (1891). Von dort aus reiste er nach Bern, um zu doktorieren, und habilitierte sich hierauf an der Technischen Hochschule in Braunschweig für Pharmazie und Pharmakognosie. Aber wenige Wochen nachher, noch bevor er eine einzige Vorlesung gehalten hatte, kam Schulratspräsident BLEULER aus Zürich nach Braunschweig und überbrachte ihm einen Ruf an das eidgenössische Polytechnikum in Zürich, den er seiner wissenschaftlichen Tüchtigkeit und der Empfehlung FLÜCKIGERS zu verdanken hatte. So kam es, dass der 41jährige als vollkommener Neuling sein akademisches Amt antrat! Es war eine schwierige Aufgabe, die seiner wartete: er hat sie glänzend gelöst.

Es war im Herbst 1892, als er seine Stellung antrat. Volle 24 Jahre ist er im Dienste unserer Hochschule gestanden: als Fachprofessor und als Vorstand

---

[1]) Abgedruckt aus der „Schweizerischen Zeitschrift für Chemie und Pharmacie" 1917, Nr. 10/11.

[2]) Die Angaben über die vorzürcherische Zeit HARTWICHS entnehme ich im wesentlichen der „Galerie hervorragender Therapeutiker und Pharmakognosten der Gegenwart" von B. REBER in Genf. Genf 1895.

der pharmazeutischen Abteilung, letzteres allerdings mit kurzen, durch das Reglement geforderten Unterbrechungen.

Die pharmazeutische Abteilung der Eidg. Techn. Hochschule, die einer Anregung Bolleys aus dem Jahre 1854 ihre Entstehung verdankte, hatte sich, von 1858–1871 unter Joseph Gastell, von 1873 an unter unserm unvergesslichen Eduard Schär, aus sehr bescheidenen Anfängen dank der erfolgreichen Tätigkeit des letztgenannten erfreulich entwickelt. Sie war erst ein Jahr vor der Berufung Hartwichs aus ihrer bescheidenen Stellung als blosse Sektion der chemischen Abteilung herausgetreten und als selbständige Abteilung mit besonderem Vorstand organisiert worden. Schär konnte dieser seiner eigensten Schöpfung nur noch ein Jahr vorstehen, dann wurde er nach Strassburg berufen und Hartwich an seine Stelle gewählt.

Ein vollgerüttelt Mass akademischer Verpflichtungen wartete seiner: denn die Stellung eines Professors der Pharmakognosie und pharmazeutischen Chemie ist bekanntlich insofern eine besonders schwierige, in gewissem Sinn geradezu ein akademisches Unikum, als sie die Beherrschung zweier ungeheuer spezialisierter und weit voneinander liegender Gebiete verlangt, der Botanik und der Chemie, in Theorie und Laboratoriumspraxis!

Hartwich zeigte sich diesen hohen Anforderungen vollkommen gewachsen: als Leiter der Abteilung, als Lehrer, als Mann der Wissenschaft und als Berater der praktischen Pharmazie.

Seine geliebte pharmazeutische Abteilung hütete er wie seinen Augapfel und stand stets mannhaft für ihre Interessen ein. Die Reorganisation unserer Technischen Hochschule im Sinne der Studienfreiheit fand in ihm einen warmen Anhänger: hatte er doch schon vorher an seiner Abteilung dahin tendierende Verbesserungen von sich aus eingeführt. Die reiche wissenschaftliche und Lehrsammlung des Institutes, die Schär geschaffen, verstand er intensiv zu mehren und äusserst instruktiv aufzustellen. Ein Unikum an Vollständigkeit ist insbesondere unter seiner Hand die Spezialsammlung von Genussmitteln geworden, seinem Lieblingsgebiet, über das er ein grundlegendes Werk geschrieben hat. Leider war es ihm nicht mehr vergönnt, in den schön eingerichteten Räumen des neuen Institutes zu unterrichten, an deren Vorbereitung er so intensiv gearbeitet hat.

Hartwichs Name als Mann der Wissenschaft, seine hervorragende Lehrbegabung und die zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten seiner Schüler bedingten im Zusammenhang mit der grossen Anziehungskraft unserer chemischen Schule eine steigende Entwicklung der pharmazeutischen Abteilung der E. T. H., die sich gegenwärtig einer hohen Blüte erfreut. Das stete innige Zusammenarbeiten der Vertreter der Chemie und Hygiene mit denjenigen der Pharmazie hat daran einen grossen Anteil; ein enges Band ungetrübter Freundschaft einigte stets die unter einem Dach arbeitenden Kollegen der Chemie, der Hygiene und der Pharmazie.

Hartwichs wissenschaftliche Arbeiten bewegten sich auf den Gebieten der Drogenkunde nach botanischer, chemischer und historischer Richtung, ferner der Nahrungs- und Genussmittellehre und der Prähistorie; als Liebhaberei betrieb er eifrig das Sammeln von Schnecken und besass da eine gründliche Formenkenntnis.

Seine Arbeiten zeichnen sich aus durch die absolute Zuverlässigkeit, die peinliche Sorgfalt in Beobachtung und Zeichnung, die klare Darstellung und die Vielseitigkeit der Gesichtspunkte. Wohl sind seine mikroskopischen und

chemischen Untersuchungen fast stets an Objekten der pharmazeutischen Praxis durchgeführt: stets aber hat HARTWICH dabei die allgemeinen Fragen im Auge behalten, und manchen wichtigen Beitrag zur allgemeinen Histologie und Mikrochemie geliefert. Er verfolgte inbesondere aufmerksam alle neu auftauchenden pflanzlichen Drogen und suchte sie botanisch und chemisch zu charakterisieren. Aber auch die literarischen Neuerscheinungen auf seinem Gebiet gingen fast alle durch seine Hände: zahllos sind die Referate in den pharmazeutischen Fachzeitschriften aus seiner Feder. Er übte dabei oft eine scharfe, nie aber eine ungerechte Kritik. Seine enzyklopädische Orientierung auf dem Gesamtgebiet der Pharmazie und Lebensmittelkunde befähigte ihn besonders zur Abfassung von umfassenden Lehr- und Handbüchern.

Solche grössern Werke sind folgende:

Kommentar zum Arzneibuch für das Deutsche Reich. 3. Ausgabe. 2 Bände. 1891 und 1892, in Gemeinschaft mit HAGER und BERNH. FISCHER. 4. Ausgabe 1901, mit B. FISCHER.

Die neuen Arzneidrogen aus dem Pflanzenreich (1897).

HAGERS Handbuch der pharmazeutischen Praxis, neu bearbeitet und herausgegeben von B. FISCHER und C. HARTWICH. 1. Aufl. 1901. 7. Aufl. 1913.

Ergänzungsbuch zum Arzneibuch für das Deutsche Reich. Pharmakognostischer Teil von C. H. 1906. Nachtrag 1912.

Die menschlichen Genussmittel, ihre Herkunft, Verbreitung, Geschichte, Anwendung, Bestandteile und Wirkung. 877 Seiten gr. 8°, mit 24 Tafeln und 168 Abbildungen im Text. 1911.

An diesem inhaltsreichen Werk arbeitete HARTWICH jahrzehntelang mit besonderer Freude, ja mit der ganzen Leidenschaft eines fanatischen Sammlers. Es ist ganz erstaunlich, welch ein Riesenmaterial an Geräten, Zeichnungen, Photographien, eigenen Beobachtungen und literarischen Notizen aus den verborgensten Quellen hier sein Eifer zusammengebracht hat. Die naturkundliche, die historische, die ethnographische, die kommerzielle und die ethische Seite des Gegenstandes sind mit gleicher Liebe behandelt. Das reich ausgestattete Buch ist eine wahre Fundgrube von vorher weit zerstreuten Angaben; seine Aufnahme in der gelehrten Welt war eine überaus günstige.

Handbuch der Nahrungsmitteluntersuchung, herausgegeben von BEYTHIEN, HARTWICH und KLIMMER. Zweiter Band: Botanisch-mikroskopischer Teil von Prof. C. H. — 473 Seiten gr. 8°, 3 Tafeln, 175 Textabbildungen.

Dieses Werk hat HARTWICH mit grosser Energie zu Ende geführt, trotz beginnender Ermüdung. Er hatte sich vorgenommen, alle mikroskopischen Zeichnungen selbst auszuführen, oder doch wenigstens unter seiner unmittelbaren Leitung zeichnen zu lassen. Seine Tochter SUSA und sein Schüler HEIMGARTNER haben ihm dabei geholfen. So sind fast lauter Originalfiguren in dem Buch, die vieles Neue bieten. Am Ende des Sommersemesters 1914 legte H. todmüde Feder und Zeichenstift aus der Hand: aber statt der ersehnten Ferienruhe kam der furchtbare Krieg, der seinem weichen Gemüt schwer zusetzte. Aber er raffte sich auf und arbeitete während der ganzen Ferien von morgens bis abends im Kriegshilfsdienst auf dem deutschen Konsulat, bis seine Kräfte versagten.

Zahllos sind die kleineren Abhandlungen HARTWICHS, sie belaufen sich auf über zweihundert.

Die Mehrzahl davon ist pharmakognostischen Inhaltes: Lieblingsthemata HARTWICHS waren insbesondere die pharmazeutisch und technisch verwendeten

Gallen, dann die Strophanthus-Samen (über die er seine Dissertation schrieb), ferner Sarsaparilla, Ipecacuanha und Siam-Benzoe (deren Stammpflanze er zuerst beschrieb). In kleineren Notizen wurden behandelt: Fenchel, Kamille, Eibischwurzel, Cascarillarinde, Cocablätter, Cotorinde, Capsicum, Vanilla, Mutterkorn, Cardamomen, Mandragora-Wurzeln, Pituri, Coloquinten, Meerzwiebel, Salepknollen, Orlean, Strychnosdrogen, Königsnelken, Aconitumknollen, Gummi von Angra Pequeña etc. etc.

Eine Reihe von Verfälschungen hat HARTWICH scharf charakterisiert: Cubeben, Senegawurzel, Sarsaparille, Folium Belladonnae, den giftigen Sternanis, Chinarinden.

Drei grössere fremdländische Drogensammlungen wurden von HARTWICH und seinen Schülern bearbeitet: Aus Bolivia, von Dr. HERZOG gesammelt, aus China, von einem Zürcher Kaufmann, Herrn SPALINGER in Canton, geschenkt, und aus Chile, von Dr. NEUMANN stammend.

Über Genussmittel fielen bei der Bearbeitung des grossen Werkes manche Hobelspäne ab: so eine grössere Arbeit über das Sirih-Kauen, welche die Lösung einer vom Kolonialmuseum in Haarlem gestellten Preisaufgabe enthält und von dieser Stelle mit einer silbervergoldeten Medaille belohnt wurde. Sie wurde im „Bulletin van het Koloniaal Museum te Haarlem", No. 32, 1905 publiziert und HARTWICH hat darüber in Holland bei Gelegenheit der „Koloniale Landbouw-Tentoonstelling te Deventer" 1912 einen Vortrag gehalten, wie er überhaupt mit seinen holländischen Kollegen auf dem besten Fusse stand. Es ist doch ein sprechendes Zeugnis für das Ansehen, das HARTWICH dort genoss, dass man den Ausländer, der nie in den Tropen gewesen war, veranlasste, vor Holländern über die Genussmittel ihrer Kolonien zu sprechen. Eine interessante Studie ist diejenige über die Verbreitung alkoholischer Genussmittel auf der Erde. Als Neujahrsblatt der naturforschenden Gesellschaft erschien ein Artikel über das Opium als Genussmittel 1898. Die Kenntnis der Kaffeesorten und -Arten auf Grund des mikroskopischen Baues ihres Endosperms war ein Lieblingsthema von HARTWICH. Er hat darüber noch in der letzten Zeit seiner Tätigkeit ein reichhaltiges Material gesammelt: es musste leider unveröffentlicht bleiben.

Bei all diesen Studien trat die historische und ethnographische Fragestellung stark hervor, ganz im Geiste FLÜCKIGERS. Speziell historischen Inhaltes ist die Habilitationsschrift HARTWICHS: „Die Bedeutung der Entdeckung von Amerika für die Drogenkunde" (1892). In seinen Untersuchungen über die Geschichte der schweizerischen Arzneipflanzen und deren Kultur spielt besonders der Safran eine grosse Rolle. Die Arbeit über „Alte deutsche Heilpflanzen" führte ihn in die Bauerngärten, die ihn besonders interessierten als Zufluchtsstätten alter Arzneipflanzen. Auf allen Exkursionen sammelte er dafür eifrig Materialien; allein über die Menthen der schweizerischen Bauerngärten hatte er ein grosses Faszikel zusammengebracht. Er hoffte, eine Monographie darüber schreiben zu können; das wäre das Nächste gewesen; es hat nicht sollen sein!

Biographische Studien hat HARTWICH über LINNÉ, RUMPHIUS, DRAGENDORFF und SCHÄR publiziert.

Die prähistorischen Studien trieb er besonders in Tangermünde, wo er eifrig alte Gräberstätten ausgrub („Untersuchungen des Dorfes Kabelitz, 1896" „Über die in Tangermünde gefundenen Tongefässe und Scherben der jüngsten Steinzeit", Zürich 1900). Seine Opiumstudien führten ihn zum Mohn der

Pfahlbauer; eine sorgfältige Untersuchung ergab, dass hier eine Zwischenform zwischen der Stammform des Mittelmeergebietes (Papaver setigerum) und dem Schlafmohn vorliegt. HARTWICH vermutet, dass der Pfahlbaumohn als Genussmittel diente („Schw. Apoth.-Zeitg." 1899).

Auch die mikroskopischen und mikrochemischen Untersuchungsmethoden hat er bereichert. Er beschrieb ein neues Okular mit Messvorrichtung, ferner zusammen mit WICHMANN eine Zählkammer als Hilfsmittel zur quantitativen Ermittelung von Verfälschungen vegetabilischer Pulver, machte zusammen mit UHLMANN Mitteilungen über den Nachweis fetter Öle durch mikrochemische Verseifung und behandelte die refraktometrische Untersuchung ätherischer Öle kritisch (1899). Er konstruierte ferner einen vielgebrauchten Sedimentierapparat zur Untersuchung offizineller Pulver.

Seine grössern Reisen nach Holland, nach Spanien und nach Algier lieferten ihm mannigfachen Stoff: „Pharmazeutisches und Botanisches aus Holland" (1895), „Frühlingsferien in Spanien" (1906), „Über Smilax aspera" (1907), „Über einige algerische Farbstoffe" (1912).

Diese überreiche wissenschaftliche Tätigkeit verschaffte ihm bald einen europäischen Ruf. Es wurden ihm von allen Seiten neue und kritische Drogen zur Untersuchung zugesandt. Er wurde in reichem Maasse zu Expertisen beigezogen und überall in Kommissionen gewählt; so war er 1892 Vorsitzender der Pharmakopöekommission des deutschen Apothekervereins und bei der Abfassung der 4. Auflage der Schweizerischen Pharmakopöe spielte er eine wichtige Rolle. Es war ihm u. a. die Kontrolle der sämtlichen Wertbestimmungen der Rohstoffe übertragen und es wurden in seinem Laboratorium durch Dr. PANCHAUD (z. T. auch durch Dr. VUILLEMIN) die sämtlichen Methoden nachkontrolliert und z. T. neu bearbeitet und verbessert.

Dass bei so erspriesslicher Tätigkeit die Anerkennung nicht ausblieb, ist selbstverständlich. HARTWICH war Ehrenmitglied des schweizerischen, des deutschen, des allgemeinen österreichischen und des schwedischen Apothekervereins, ferner des Züricher akademischen Pharmazeutenvereins und des Chemikervereins, des Altmärker Museumvereins und der Magdeburger Apothekerkonferenz, korrespondierendes Mitglied der österreich. pharmazeutischen Gesellschaft in Wien und des englischen Apothekervereins; er war ferner Inhaber der grossen goldenen FLÜCKIGER-Medaille, die nur alle 5 Jahre verliehen wird.[1]) Am meisten hat ihn wohl die Ernennung zum Doctor medicinae honoris causa der Universität Zürich gefreut; das war seine letzte grosse Freude, im April 1914.

Über HARTWICHS Bedeutung als Lehrer entnehme ich der pietätvollen Trauerrede seines ehemaligen Schülers und Assistenten Dr. EDER bei der Kremation mit Erlaubnis des Redners folgendes: „Prof. HARTWICH war nicht nur ein hervorragender Forscher, sondern auch ein ausgezeichneter Lehrer. ... Seine Lehrbegabung trat besonders glänzend zutage in den praktischen Übungen. Er war ein Meister auf dem Gebiete der Mikroskopie und der praktische Unterricht in der mikroskopischen Drogenkunde war ihm eine wahre Freude. Er hatte eine hohe Auffassung von der Aufgabe des akademischen Lehrers und vom Lebensberuf der ihm anvertrauten Pharmazeuten. Blosses Brotstudium

---

[1]) Weitere Inhaber derselben sind: BECKURTS (Braunschweig), GIACOSA (Turin), HECKEL (Marseille), HOLMES (London), ERNST SCHMIDT (Marburg) und TSCHIRCH (Bern).

und Examendrill genossen bei ihm keine Wertschätzung. Er suchte bei seinen Studierenden Begeisterung und ein tieferes Interesse und Verständnis für die Wissenschaft zu wecken, und wie sehr ihm das gelungen, beweist die grosse Zahl gediegener wissenschaftlicher Arbeiten, die unter seiner Leitung von Studierenden aus nah und fern in seinem Institut ausgeführt wurden. Er verlangte gute und gründliche Arbeit von seinen Schülern und übte strenge Kritik an den Untersuchungsergebnissen. ... Wer das Glück hatte, bei Prof. HARTWICH zu arbeiten, lernte in ihm auch den ausgezeichneten Menschen kennen, schätzen und lieben. Dieselbe edle Einfachheit, dieselbe Bescheidenheit, dieselbe Gerechtigkeit in der neidlosen Anerkennung fremder Verdienste und dieselbe Wahrheitsliebe, die seine wissenschaftlichen Arbeiten auszeichnet, finden wir auch in seinem Verkehr mit den Menschen wieder. Man brauchte nur in sein offenes, ehrliches Antlitz, in seine hellen, Wohlwollen strahlenden Augen zu schauen, um von seiner Persönlichkeit alsbald eingenommen zu sein. Güte und Menschenliebe waren die Grundzüge seines Charakters. Helfen, wo er helfen konnte, war ihm ein Herzensbedürfnis! Seinen Schülern war er ein treuer Berater in den verschiedensten Lebenslagen. Nicht umsonst nannten sie ihn allgemein „Papa Hartwich". Er nahm Anteil an den Schicksalen eines eden und stand über die Studienzeit hinaus mit vielen in freundschaftlichem Verkehr".

Auch die Beziehungen zu den praktischen Apothekern pflegte er eifrig: sein Institut mit seinen reichen Schätzen an Literatur und Vergleichsmaterial stand stets jedem Fachgenossen zur Verfügung. An den Apothekerversammlungen hat er oft gesprochen und demonstriert. Auch mit den schweizerischen Lebensmittelchemikern stand er in stetem fruchtbarem Kontakt und hat bei der Abfassung des schweizerischen Lebensmittelbuches besonders für das Kapitel über die Gewürze eifrig mitgearbeitet.

Es war ihm Herzenssache, die in der Praxis stehenden Kollegen immer und immer wieder auf die Pflege der Wissenschaft hinzuweisen. Wie oft hat er den ins praktische Leben hinaustretenden jungen Pharmazeuten die Mahnung mitgegeben, doch ihre weitgehende wissenschaftliche Bildung auch ferner hochzuhalten und zu pflegen. Er konnte keine grössere Freude erleben, als wenn einer seiner ehemaligen Schüler auch in der Praxis fortfuhr, wissenschaftlich zu arbeiten. Und wie oft hat er sich beim deutschen Apothekerverein für den Fortbestand des oft hart angegriffenen wissenschaftlichen Organs, des „Archivs der Pharmazie" gewehrt. Er konnte dabei auf seine eigene 12jährige Praxis verweisen, die durch die wissenschaftliche Tätigkeit so schön bereichert wurde.

Für eine bessere Stellung der Pharmakognosie an den deutschen Hochschulen hat er sich in Wort und Schrift eifrig verwendet.

Den Menschen HARTWICH musste jeder liebgewinnen, der näher mit ihm verkehrte. Besonders unter uns Kollegen erfreute er sich einer allgemeinen Beliebtheit: er hatte keinen Feind! Männiglich freute sich, wenn der stattliche Mann mit dem hohen Wuchs und dem markanten Kopf unter uns trat, ein wahrhaft aufrechter Mann in Haltung und Charakter. Der Grundzug seines Wesens war eine klare, lautere Einfachheit und Bescheidenheit, gepaart mit einer seltenen Herzensgüte und Hilfsbereitschaft. Aber diese Güte war keine schwache Gutmütigkeit: gegen alles, was er als unrecht oder unlauter erkannte, trat er mit unerbittlicher Schärfe auf.

Die Tiefe seines Gemütes, die Weichheit und Zartheit seines Sinnes trat besonders im Kreise seiner Familie hervor. Sein Herz war seinerzeit seiner Frau stürmisch zugeflogen, aber sie haben sich nicht getäuscht: ihre 35jährige Ehe war von ungetrübter Harmonie, ein schattenloses Glück. Drei Töchter und ein Sohn wuchsen den Eltern zur Freude heran und vier Enkelkinder erhellten die Tage der Grosseltern. Es war rührend zu sehen, wie weich, wie zart, wie ritterlich der grosse starke Mann seiner geliebten Frau gegenüber war, und wie er trotz seiner grossen Arbeitslast mit seinen Kindern mitlebte. Das HARTWICHSCHE Haus war voll fröhlicher Geselligkeit, und Papa HARTWICH mit seiner unverwüstlichen Heiterkeit und seinem köstlichen Humor gab den Ton an und wetteiferte mit den Jungen.

Als Reisebegleiter war er ein vortrefflicher Gesellschafter, mit seinem lebendigen Interesse für Natur und Geschichte, mit seiner Begeisterung für die Schönheit der Welt, mit seiner findigen Beobachtungsgabe und seinen treffenden Bemerkungen über Land und Leute. Er beteiligte sich mehrmals an den von Prof. RIKLI so trefflich organisierten Studienreisen: nach Spanien und nach Algerien. Er war da einer der beliebtesten Reisekameraden und hielt auch in den kritischsten Situationen die Fahne des Humors hoch.

Der Deutsche HARTWICH hat sich in den 24 Jahren, da er bei uns weilte, völlig in seine neue Heimat eingelebt und sie herzlich liebgewonnen: wenn er in den Zeiten seiner Krankheit etwa von Rücktritt sprach, so fügte er doch stets hinzu, dass er hier bleiben werde.

Aber doch war er bis zur letzten Faser seines Herzens ein guter Deutscher geblieben, ein glühender Patriot. Prof. BLÜMNER hat in seiner so herzlichen Ansprache bei der Kremation warm hervorgehoben, welche grossen Dienste HARTWICH der deutschen Kolonie Zürichs leistete, als Präsident des Hilfsvereins, im Reichsverein, und besonders in der Kriegszeit im Hilfsdienst. Er war lange Zeit ein Zentrum der deutschen Kolonie und seine Reden bei den Kaiserfeiern (achtmal in 20 Jahren) bildeten jeweilen den Höhepunkt der Veranstaltungen; denn HARTWICH war ein ausgezeichneter Redner. Deutschland ehrte seine Treue durch Verleihung eines Ordens.

So steht das Bild des Mannes vor unserem geistigen Auge: als eines pflichtgetreuen Arbeiters und eines lieben Menschen!

Die tiefe Trauer um den herben Verlust, den wir erlitten haben, sie wird gemildert durch die Überzeugung, dass hier der Abschluss eines schönen, reichen, durch und durch harmonischen Lebens vorliegt. Es begann mit angestrengter praktischer Tätigkeit, die mit den Sonnenblicken wissenschaftlicher Mussestunden durchleuchtet und von den Segnungen einer glücklichen Ehe durchwärmt war; es fand seine arbeits- und erfolgreiche Fortsetzung in fruchtbarer akademischer Wirksamkeit, wo der rastlos Tätige von einer begeisterten Schülerschar, von warmen Freunden und wohlgesinnten Kollegen umgeben war und sich der steigenden Blüte seiner Familie erfreute, bis jene schwere Zeit ihre dunkeln Fittige über ihn breitete und sein empfindsames, tief verwundetes Gemüt mit rauhem Flügelschlag erschütterte. Er trug mannhaft sein Leid, mit unendlicher Hingabe unterstützt durch seine treue Gefährtin.

Ein sanfter Tod nahte ihm als Erlöser. Wer aber das friedliche, hoheitsvolle Antlitz des Toten geschaut hat, der musste sich sagen: vergessen sind die Schatten, er ruht aus von gesegneter Arbeit! Die Nachwelt wird ihm ein dankbares Andenken bewahren!

C. Schröter.

Wilhelm Schulthess (1855—1917, Mitglied der Gesellschaft seit 1894).

Eine schmerzliche[1]) und kaum je sich wieder schliessende Lücke hat sich durch den jähen und unerwarteten Hinschied dieses verdienten Arztes und Orthopäden aufgetan, der in noch scheinbar ungebrochener Kraft und auf der Höhe einer segens- und erfolgreichen Wirksamkeit seiner Familie, seinem Freundeskreise, nicht zuletzt aber auch seinem Berufe und seiner Wissenschaft entrissen wurde, die ihn zu einem ihrer Ersten und Besten zählte. Diese Wertung und seine Erfolge verdankte er einzig und allein sich selbst und seiner unverdrossenen, aber zielbewussten und streng sachlich gerichteten Arbeit, in der echter Forschersinn sich mit untrüglicher Zuverlässigkeit paarte, unterstützt und getragen durch eine umfassende ärztliche Ausbildung und Erfahrung, schärfste Beobachtungsgabe und ein angeborenes Geschick für die Erfassung und Verwertung mechanischer Probleme und Vorgänge. Und dass er das reiche Ergebnis seiner Lebensarbeit schliesslich in den Dienst der Gemeinnützigkeit gestellt und in bahnbrechender Weise praktisch verwertet hat, setzt seinem Wirken eine unvergängliche Krone auf und erhebt die Bedeutung seines Namens und Andenkens über den des Forschers und Gelehrten hinaus.

Über den äussern Lebensgang des Verstorbenen sind die Leser dieser Zeitung durch die redaktionelle Schilderung desselben in Nr. 399, über die Schul- und Jugendzeit auch durch den schönen Nachruf von Prof. Ad. Frey in Nr. 439 mit der prächtigen Charakterschilderung unterrichtet. Leider gestattet es der knapp bemessene Raum dieses Blattes nicht, ein nach allen Seiten erschöpfendes Lebensbild des Verewigten zu entwerfen, so sehr die vielen sympathischen Züge seines Wesens dazu einladen. Es kann hier nur insofern darauf eingetreten werden, als sie zu der wissenschaftlichen und öffentlichen Tätigkeit des Mannes in Beziehung stehen.

Wilhelm Edmund Schulthess stammte aus altzürcherischem Geschlecht und wurde 1855 zu Villnachern (Kanton Aargau) geboren. In der ländischen Einsamkeit des „Aarhofes", eines von seinem Vater bewirtschafteten Gutes, wuchs er mit drei Geschwistern heran; sein jüngster Bruder ist unser gegenwärtiger Bundespräsident. Nach Besuch der Bezirksschule in Brugg und der Kantonsschule in Aarau studierte er in Zürich Medizin (1875—80) und bestand dort 1880 das Staatsexamen; nachher wurde er Assistent von Prof. Dr. O. Wyss, zuerst im Kinderspital, später auf dessen propädeutisch-medizinischer Klinik. Unter der Leitung dieses hervorragenden Arztes und Gelehrten bildete er sich zum Kinderarzt und gewann er wohl auch die ersten Anregungen zur Orthopädie, wurde er aber auch der exakte und in der physikalischen Diagnostik der innern Krankheiten durch und durch bewanderte Beobachter, als der er sich zeitlebens bewährt und ausgewiesen hat. Mit seinem alten Lehrer verband ihn eine auf Wesensverwandtschaft und gleiche humanitäre Neigungen gegründete achtungsvolle Freundschaft, die bis ans Ende dauerte und von jenem in vollem Masse erwidert wurde. In die Assistentenzeit fällt eine wissenschaftliche Ausbildungsreise, die den jungen Arzt nach Dresden, später nach Leipzig, Halle Berlin und Wien führte. Mit einer vorzüglichen Dissertation: Beiträge zur Anatomie des Anchylostoma duodenale (Urhebers der sog. Mineurkrankheit der

[1]) Mit gütiger Erlaubnis des Verfassers und der Redaktion abgedruckt aus den Nrn. 633, 640, 648 der „Neuen Zürcher Zeitung" vom 11., 12., 13. April 1917.

Gotthardtunnelarbeiter) erwarb er sich sodann den Doktorhut; eine 1883 publizierte Arbeit über das Rhinosclerom berichtet über die unseres Wissens erste sichere Beobachtung dieser damals noch rätselhaften und seltenen Krankheit auf Schweizerboden.

1883 liess er sich in Zürich nieder, um zunächst allgemeine ärztliche Praxis in deren ganzen Ausdehnung zu betreiben, die ihm denn auch bald in reichem Masse zuteil wurde.

1884 verehelichte er sich mit Frl. ELISE WYDER von Oberstrass-Zürich, die fortan als echte Doktorsfrau seine Sorgen und Mühen in treuer Lebenskameradschaft mit ihm teilte, seine wissenschaftlichen und praktischen Pläne in verständnisvoller Weise unterstützte, stets bemüht, dem später Überbeschäftigten alles aus dem Wege zu räumen, was ihn von seinen Hauptzielen abhalten konnte, die banalen Sorgen des Alltags von ihm fern zu halten und bei psychischen Depressionen oder gesundheitlichen Anfechtungen, die bei der trotz aller Energie des Wollens doch nicht robusten und sehr sensibeln Konstitution des Gatten sich nicht selten einstellten, durch liebevolle Pflege und aufmunternden Trost das Gleichgewicht wieder herzustellen. Im Jahre darauf wurde dem jungen Paar der Erstgeborne beschert, dem später noch zwei Töchter und zwei Söhne nachfolgten.

Trotz guten Erfolgen seiner Praxis, die ihn rasch zu einem vielbeschäftigten und von einer zahlreichen Klientel verehrten Arzte machten, hatte SCHULTHESS das Ziel nicht aus dem Auge verloren, sich einer seiner Vorbildung und seinen individuellen Talenten entsprechenden Spezialität zu widmen. Den äussern Anstoss zur Verwirklichung dieses Planes gab der im Sommer 1883 erfolgte Tod von Dr. JAKOB FREY, der in Zürich eine kleine orthopädische Anstalt hauptsächlich für Rückgratverkrümmungen betrieb, die allerdings beim Tode des Besitzers schon geraume Zeit eingegangen war. Die Orthopädie jener Zeit stand noch in den Kinderschuhen und verdiente zum Teil kaum den Namen einer wissenschaftlich fundierten Disziplin.

Allerdings hatten findige und auch wissenschaftlich gerichtete Köpfe in verschiedenen Ländern bereits wertvolle Vorarbeit meist praktischer Natur geleistet, und es bestanden auch Anfänge einer wissenschaftlichen Orthopädie, die im wesentlichen ihre Wurzeln in der damals mächtig aufstrebenden Chirurgie hatten; aber zu einem richtigen Zusammenschlusse waren diese Anfänge noch nicht gediehen und man arbeitete vielfach noch nach Methoden, die einer wissenschaftlichen Begündung entbehrten. Da SCHULTHESS wegen der bereits in Entwicklung befindlichen operativen Seite der Orthopädie die Verbindung des Kinderarztes mit einem Chirurgen als wünschenswert erschien, machte er seinem Freunde LÜNING, der gerade von seinem Posten als Sekundararzt der KRÖNLEINSCHEN Klinik zurückgetreten war, den Vorschlag zur gemeinsamen Gründung eines orthopädischen Instituts. Nach einer kurzen Orientierungsreise eines der Teilhaber nach den hauptsächlichsten der in Deutschland bestehenden derartigen Anstalten wurde das orthopädische Institut im Herbst 1883, zunächst in gemieteten Räumen, eröffnet. Langsam nur gelang es, die Vorurteile und Indifferenz der Ärzte und des Publikums zu überwinden und die Anstalt sukzessive auszubauen und zu vergrössern. 1895 konnte die Übersiedlung in in den eigenen Neubau an der Neumünsterallee stattfinden, der nun zu einem rascheren Aufschwung führte.

Da Zeit und Kraft der beiden Teilhaber nur zu einem Teil von der Anstalt absorbiert wurden, hat SCHULTHESS daneben und neben seiner allmählich

einsetzenden literarischen Tätigkeit sich weiter in vollem Umfange seiner ärztlichen Praxis gewidmet, die stetig anwuchs und ihn für eine Zeitlang zu einem der meistbeschäftigten Ärzte Zürichs machte, als gesuchter Haus- und Kinderarzt, der täglich eine grosse Zahl von Besuchen und eine sehr frequentierte Sprechstunde zu erledigen hatte. Daneben war er noch 1891—1906 Arzt des städtischen Waisenhauses und 1893—1911 Vertrauensarzt der Schweizerischen Rentenanstalt, beides keine Sinekuren, die seine karge Mussezeit noch stark verringerten. In letzterer Eigenschaft hat er auch auf versicherungsärztlichen Kongressen in Paris und Amsterdam Vorträge gehalten.

Die Wertschätzung, die er als tüchtiger Arzt in massgebenden Kreisen genoss, erhellt am besten aus dem ihm 1895 zuteil gewordenen ehrenvollen Antrag, als Nachfolger des zurückgetretenen Prof. Dr. Ernst die ärztliche Leitung der Medizinischen Abteilung des Kranken- und Diakonissenhauses Neumünster zu übernehmen. Mit dieser schönen und grossen Anstalt erhielt Schulthess nun die langersehnte Gelegenheit zur lückenlosen Krankenbeobachtung und zur genau kontrollierten Erprobung aller Heilmethoden an einem grossen und sehr mannigfaltigen Krankenmaterial; namentlich gewann und benutzte er möglichst die vielfache Gelegenheit zu Sektionen, die auch für seine Spezialforschungen fruchtbar gemacht wurden. Durch die grosse Arbeitslast, die er damit auf sich genommen, wurde er mehr und mehr genötigt, seine, obschon viel lukrativere Privatpraxis einzuschränken, soweit dies die grosse Anhänglichkeit zuliess, die ihm ein grosser Teil seiner Klientel und der grosse Freundes- und Bekanntenkreis stetsfort bewahrte, der in schweren Krankheitsfällen auf seine nie versagende Hilfe rechnete. Ein Verhältnis seltener und schönster Harmonie verband ihn mit seinem chirurgischen Kollegen Dr. Brunner, das sich zu einem die Anstaltszeit überdauernden persönlichen und Familien-Freundschaftsbunde gestaltete. Von höchstem Interesse für Schulthess war ihm die vielfach eintretende Möglichkeit, seine Diagnose durch das Operationsmesser seines Kollegen verifizieren zu lassen, und er versäumte keine Gelegenheit, die sich ihm hiefür bot. Trotz einer ihm zeitlebens anhaftenden pessimistischen Ängstlichkeit und einem ihm in hohem Grade innewohnenden Verantwortlichkeitsgefühl besass er eine damals noch lange nicht bei allen Internen verbreitete durchaus chirurgische Denkungsart, die ihn, der Grenzen unserer innerlichen Diagnostik bewusst und ohne Überschätzung der nicht chirurgischen Heilfaktoren, im Notfalle rechtzeitig und mit Überzeugung den Entschluss zur chirurgischen Intervention fassen liess.

Wiederholte Gesundheitsstörungen, die von der zunehmenden Inanspruchnahme durch sein orthopädisches Spezialfach übermässig angewachsene Arbeitslast und die schon ziemlich stark vorgeschrittenen Vorarbeiten für die Errichtung der Anstalt Balgrist, seines letzten grossen Lebensproblems, liessen ihn 1910 — sehr ungern — den Entschluss fassen, auf diese erfolgreiche und ihm sehr lieb gewordene Krankenhaustätigkeit zu verzichten. Doch behielt er bis zur Eröffnung der genannten Anstalt noch eine kleine orthopädische Abteilung bei, die er sich im „Asyl“ eingerichtet hatte. Ebenso war und blieb er bis an sein Ende ein tatkräftiges und massgebendes Mitglied der Komitees für die Zürcherische Heilstätte für Rhachitische Tuberkulöse in Ägeri und für das Lungensanatorium in Wald.

Was dem Leben von Schulthess aber erst seine volle Bedeutung gegeben hat, sind die Arbeiten des Verstorbenen auf dem Gebiete der Orthopädie. Es würde den Raum dieses Blattes und das Interesse des nicht fachmännischen Lesers

bei weitem überschreiten, wenn hier eine ins einzelne gehende Schilderung und Würdigung der von SCHULTHESS im Laufe dreier Jahrzehnte geleisteten Arbeit gegeben werden müsste; es wird dies an anderer Stelle geschehen. Es genüge nur die Angabe, dass die Zahl seiner orthopädischen Publikationen über 70 beträgt, ungerechnet eine ebenfalls grosse Anzahl von Arbeiten, namentlich Dissertationen, seiner Schüler und Assistenten, in denen ebenfalls ein reiches wissenschaftliches Material verwertet ist und die durchweg den Stempel der exakten und zuverlässigen SCHULTHESSSCHEN Arbeitsweise tragen und erst nach peinlicher Prüfung zur Publikation zugelassen wurden. Die eigenen Arbeiten sind teils selbständig publizierte Monographien zusammenfassender Natur, meist aber in Institutsberichten, orthopädischen Zeitschriften, schulhygienischen und andern Blättern, vielfach im Korrespondenzblatt für Schweizer Ärzte, niedergelegt; oder sie entsprangen seiner unermüdlichen Vortragstätigkeit in den städtischen, kantonalen und schweizerischen Ärztevereinen, den alljährlich stattfindenden Kongressen der Deutschen Gesellschaft für orthopädische Chirurgie, deren Mitbegründer er war, und die er regelmässig und nie ohne eigene Gabe besuchte. Er konnte sich nie genug tun, das als Fortschritt der Wissenschaft Erkannte auch der allgemeinen Ärztewelt neben dem Kreise der Spezialisten zugänglich zu machen, das Interesse für Orthopädie dadurch zu wecken und für eine bessere Würdigung seines Spezialfaches, aber auch für dessen selbständige Stellung gegenüber der Chirurgie und eine bessere Ausbildung der jungen Ärzte in demselben mit Wort und Schrift einzutreten. Er verschmähte es aber auch nicht, namentlich in seiner letzten Lebensepoche, als die Krüppelfürsorge im Vordergrund seiner Bestrebungen stand, in Laien-, schulhygienischen, Turnlehrer- und Fürsorge-Versammlungen seine Anschauungen und Erfahrungen in schlichter, aber klarer und gemeinverständlicher Sprache darzulegen.

Alle spezialwissenschaftlichen Arbeiten von SCHULTHESS haben das Gemeinsame, dass sie auf streng naturwissenschaftlicher Basis von der exakten, nüchternen und voraussetzungslosen Krankenbeobachtung ausgingen. Die Folgerungen daraus wurden stets vorsichtig abgewogen und verloren sich nie in haltlose Abstraktionen. Und in dieser genauen Beobachtung und Untersuchung war nun allerdings SCHULTHESS ein Meister. Seinem scharfen und durch unablässige Übung geschulten Blick entging keine Unregelmässigkeit der Körperformen oder der Funktion; mit intuitiver Raschheit erfasste er, nichts übersehend, den nosologischen oder anatomischen Grund eines Defektes oder Gebrechens, und mit stets neuer Erfindungsgabe wusste er die dagegen gerichteten Heilmassnahmen auszustudieren und zur praktischen Anwendung zu bringen.

Von Beginn ihrer Beschäftigung mit der Behandlung der Rückgratverkrümmungen, namentlich der seitlichen, der „Skoliose“, empfanden es die angehenden Orthopäden stets peinlich, dass eine exakte Kontrolle des Ausgangspunktes und der Ergebnisse der Behandlung oder Nichtbehandlung durch Messung nicht möglich war, da die vorhandenen Methoden teils zu primitiv waren, teils wesentlichen Anforderungen an ihre Leistung nicht nachkommen konnten. In diese Lücke trat 1887 der von SCHULTHESS erfundene und im Verein mit einem hiesigen Feinmechaniker konstruierte Mess- und Zeichnungsapparat für Skoliose, der gestattet, den Körper, resp. die Dornfortsatz-Linie des Skoliotischen in unfixierter freier Haltung gleichzeitig in der frontalen und sagittalen Ebene, ausserdem beliebige andere Knochenpunkte, z. B. die Schulterblätter, hintere und vordere Halbquerschnitte, alles bezogen auf eine frontale

Ebene durch die vordere Darmbeinstachel durch Übertragung nach Art des Pantographen auf im Sinne der genannten Ebene gestellte Papierflächen zu zeichnen. Durch den Apparat selbst erstellte Hilfskoordinaten erlauben dann eine mathematisch sichere Messung jedes Punktes der Körperoberfläche und seiner Abweichungen in den drei Dimensionen des Raumes, und die erwähnte Ebene vor dem Becken erlaubt eine absolut gleiche Einstellung des Körpers in den Apparat bei Wiederholung der Messung, deshalb einen sichern Vergleich. Die Messzeichnung gibt ferner auch die sog. Lufttigur wieder, deren Veränderung für den Laien anschaulicher und verständlicher ist als die Betrachtung der Projektionslinien. Dieser Apparat würde den Namen von Schulthess auf die Nachwelt gebracht haben, auch wenn er sonst nichts weiter erfunden hätte; er hat eine Umwälzung in der Skoliosen-Behandlung begründet und bewirkt. Jetzt erst konnte eine Menge von Fragen geprüft und entschieden werden, welche die Pathologie der Skoliose aufwirft, soweit dies nicht auf anatomischem Wege möglich ist, der von Schulthess ebenfalls ausgiebig benützt worden ist. Mit Feuereifer ging er an die Erstellung von Zeichnungen, die sich bald zu Hunderten und schliesslich zu vielen Tausenden im Archive des Instituts häuften und die Unterlage für eine Reihe gediegener und jetzt noch nicht überholter Untersuchungen von ihm und seinen Schülern über das Gebiet der Skoliose und ihrer mannigfaltigen Erscheinungsformen bildeten.

Freilich fehlte es der neuen Methode anfänglich nicht an Opposition. Bald sollte der Apparat zu kompliziert und zu teuer, seine Handhabung zu schwierig, bald die Messungszeit für den Patienten zu lang und zu ermüdend, die Resultate ungleichmässig sein u. dergl. All dies widerlegte Schulthess sukzessive, nicht durch einen geräuschvollen Federkrieg, sondern durch praktische Vorführung des Verfahrens vor dem Forum der Fachgenossen. Heute ist diese Opposition verstummt, der Apparat gilt heute noch in etwas verbesserter Gestalt samt den ebenfalls von Schulthess noch dazu ersonnenen Hilfsinstrumenten, Nivelliertrapez und Nivellierzirkel, als das zuverlässigste Rüstzeug zur Skoliosenmessung und ist in zahlreichen orthopädischen Anstalten des In- und Auslandes im Gebrauch, die zum Teil ihre Ärzte hieher entsandt haben, um unter der persönlichen Anleitung des Erfinders die nicht ganz leichte Handhabung zu erlernen.

Sehr fruchtbar ist nun aber diese neue und zuverlässige Massmethode für die Behandlung der Skoliose geworden. Die fortlaufende Kontrolle der Patienten ergab vielfach die geringe Wirkung der bis dahin geübten Behandlungsweisen, ja deren direkte Schädlichkeit, wie z. B. der manchenorts ausschliesslich bevorzugten Korsett-Therapie, gegen welche Schulthess in der Folge vielfach in Wort und Schrift angekämpft hat.

Die zahllosen bis dahin gebräuchlichen Methoden zur Skoliosebehandlung wirken, soweit sie nicht in blossen Muskelübungen oder Streckungen bestehen, entweder durch Fixation (Portativ-Apparate) oder durch Redressement (sog. Detorsion) mit „ruhender Belastung“. Angesichts der erkannten geringen Wirksamkeit beschloss nun Schulthess einen andern und wenigstens für die Wirbelsäule prinzipiell neuen Weg einzuschlagen.

Anatomische Studien von Roux, H. v. Meyer, Julius Wolff, Zschokke haben den Beweis erbracht, und Schulthess hat dazu verschiedene scharfsinnig verwertete Beobachtungen aus der Pathologie, z. B. der Lähmungen, geliefert, dass die Knochenform direkt von der Muskelfunktion abhängig ist, und dass wir in der Funktionsänderung das mächtigste Mittel zur Korrektur der Knochenform,

sofern Operationen ausgeschlossen sind, besitzen. Obschon nun die Wirbelsäule durch ihren sehr komplizierten Bau und ihre geringe Zugänglichkeit für direkte Einwirkungen solchen Bestrebungen die grössten Hindernisse entgegenstellt, gelang es SCHULTHESS doch in vieljährigen Bemühungen, ein System von stabilen Bewegungsapparaten auszudenken und mit Hilfe von Technikern zu konstruieren, die gestatten, die Verkrümmung zu redressieren und in der redressierten Stellung Übungen machen zu lassen oder durch die Bewegungsführung des Apparates den Körper aus der verkrümmten in die redressierte Form überzuführen. Diese Apparate besitzen ausgiebige Verstellbarkeit für die mannigfaltigen Skoliosenformen und die verschiedenen Körpergrössen der Patienten und sind mit einer Gradierung behufs individueller Einstellung versehen. Sie füllen in ihrer Gesamtheit einen ganzen Saal, haben einen leichten, für den Patienten, der sie selbst antreibt, fast mühelosen Gang und sind, nebenbei bemerkt, als Meisterwerke schweizerischer Präzisionsmechanik und deshalb auf Ausstellungen und Kongressen vielfach bewundert, auch eine Ehre für den Verfertiger, Maschinenfabrik A. SCHMID in Zürich („Motoren-Schmid"). Die Behandlungsresultate sind durch sie entschieden gebessert worden, und sie haben deshalb, trotz dem hohen Preise, in verschiedenen Anstalten Eingang gefunden, wo man sich spezieller mit der Behandlung der Skoliose befasst.

Neben diesen Grosstaten auf dem Felde der letztern hat aber SCHULTHESS beständig seine Aufmerksamkeit auch den übrigen Gebieten der Orthopädie zugewandt; überall verstand er es, Entdeckungen zu machen, neue Gesichtspunkte zu gewinnen und praktische Anregungen zu geben. Die Fülle des Geleisteten ist eine so grosse, dass hier unmöglich ins einzelne eingetreten werden kann. Seine Schiene für die Behandlung der Klumpfüsse Neugeborner, eine seiner Erstlings-Erfindungen, ist jetzt noch im Gebrauch; grosse Dienste leistete er der Schule als Schulpfleger und Mitglied von Kommissionen für die Schulbank- und Steilschriftfrage, über die tuberkulösen Wirbelaffektionen (Spondylitis) sammelte und beschrieb er eine Reihe der interessantesten anatomischen Belegstücke; er konstruierte einen Bewegungsapparat für die untere Extremität nach dem bei der Skoliose angewandten Prinzip (Tretapparat), noch in letzter Zeit zwei wohlgelungene und gut wirkende Bewegungsapparate bei LITTLÉSCHER Gliederstarre und neuestens eine grosse Zahl von Improvisationen für die Behandlung internierter Kriegsverletzter. Auf Veranlassung des Armeearztes hielt er auch seit mehreren Jahren regelmässig Vorträge für die Sanitäts-Offiziere über den Plattfuss, der ihn von jeher stark interessiert und beschäftigt hat.

Im letzten Lebensdezennium besonders waren es die infektiöse Kinderlähmung und deren Folgen, denen er neben der Skoliose sein Hauptinteresse zuwandte, als einem der hauptsächlichsten zum Krüppeltum führenden Leiden, das leider immer häufiger zu werden scheint. Seine Meisterschaft in der Erkenntnis und Durchschauung der so mannigfach wechselnden Lähmungseffekte feierte auch hier wieder Triumphe. Ihre Feststellung ohne Verwendung des bei Kindern meist nicht angängigen elektrischen Stroms durch das sog. „Bewegungsexperiment", eine von ihm in alle Details für alle Muskeln ausgebildete originelle Methode der isolierten Prüfung der aktiven Muskelfunktion, hatte für ihn einen besondern Reiz, und er konnte sich lange in deren Studium vertiefen.

Die Behandlung der Lähmungen mittelst operativer Sehnenverpflanzung hat er schon frühzeitig im Verein mit seinen chirurgischen Kollegen LÜNING und BRUNNER in Angriff genommen. Da ihm die Chirurgen es nicht immer zu Wunsch machten und er es liebte, seinen Kombinationen auch selbst die chirur-

gische Ausführung zu geben, fing er noch als Fünfziger an, selbst zu operieren, und brachte es dank seinen sorgfältigen anatomisch und physiologisch wohl fundierten Operationsplänen durch subtile, von tadelloser Asepsis unterstützte operative Ausführung zu recht schönen Resultaten und einer bemerkenswerten operativen Fertigkeit und Sicherheit. So hat er z. B. für den Ersatz des gelähmten Kniestreckmuskels ein durchaus originelles Verfahren angegeben, das sich in zahlreichen Fällen bewährt hat. Diese chirurgische Tätigkeit hat er dann auch noch im Balgrist in erheblicher Ausdehnung fortgesetzt.

Eine solche Fülle von Detailarbeit verlangte nun aber auch eine Zusammenfassung und eine Verwertung für den akademischen Unterricht. 1889 habilitierte sich SCHULTHESS als Privatdozent an der Universität. Er las im Sommersemester gewöhnlich Statik und Mechanik des Bewegungsapparates oder Bewegungsphysiologie, im Winter gemeinschaftlich mit LÜNING orthopädische Chirurgie mit klinischen Demonstrationen. Wenn auch diese Kollegien oft wegen der bekannten Überbürdung der Medizinstudierenden mit Vorlesungen nicht zustande kamen, zumal es sich nicht um ein Examenfach handelte, so widmete er sich ihnen doch mit grosser Liebe und bereitete stets das Demonstrationsmaterial, auf das er immer das Hauptgewicht zu legen pflegte, auf das sorgfältigste vor. Nach Erstellung der Anstalt Balgrist in den Besitz geeigneterer Räumlichkeiten und eines Projektionsapparates gekommen, hielt er in den letzten Jahren publice gut besuchte Demonstrationsabende aus allen Gebieten der Orthopädie für die Klinizisten, die ihm grosse Freude machten und das Interesse der angehenden Ärzte für sein Spezialfach und seine humanitären Bestrebungen förderten. Von zusammenfassenden Arbeiten sind zu nennen: 1911 erschien der Atlas und Grundriss der orthopädischen Chirurgie für Studierende und Ärzte, gemeinschaftlich mit LÜNING, der die Extremitäten behandelte, während SCHULTHESS die allgemeine Orthopädie und die Rückgratsverkrümmungen darstellte. Das im Rahmen der LEHMANNSCHEN Med. Handatlanten erschienene Buch wurde in der Fachpresse günstig rezensiert und in verschiedene Sprachen übersetzt.

Wie sehr SCHULTHESS schon damals als Kenner der Skoliose an kompetenter Stelle geschätzt war, geht aus dem ehrenvollen Auftrage hervor, für die von KOCHER mit DE QUERVAIN herausgegebene Enzyklopädie der chirurgischen Wissenschaft den Artikel Rückgratsverkrümmungen zu schreiben (1903).

Als die deutschen Orthopäden sich anschickten, unter der Leitung von JOACHIMSTHAL ein mehrbändiges Sammelwerk herauszugeben (Handbuch der orthopädischen Chirurgie, 1905), war es schon selbstverständlich, dass die Darstellung der Skoliose, die immer das schwierigste Kapitel der Orthopädie geblieben ist, nur von SCHULTHESS übernommen werden konnte. Die von ihm in diesem Rahmen verfasste „Pathologie und Therapie der Rückgratsverkrümmungen“, ein stattlicher Band von über 1200 Seiten und mit über 1000, grösstenteils von ihm selbst beigestellten Illustrationen, ist ohne Zweifel die bedeutsamste literarische Leistung von SCHULTHESS, die ihm einen Weltruf verschafft hat. Alles irgendwie Dazugehörige mit wahrem Bienenfleiss herbeitragend und doch keine blosse gelehrte Kompilation, alles kritisch gruppierend und betrachtend und mit einer Fülle selbständiger Ideen und Anschauungen durchdringend, wie sie nur ein enormes Wissen und eine grosse Erfahrung beisteuern kann, bildet dieses prächtige Buch, das Resultat einer Riesenarbeit, ein standard work über die Skoliose, dem weder die deutsche noch eine andere Literatur etwas Ebenbürtiges an die Seite zu stellen hat. Seither galt SCHULTHESS unbestritten und überall als der kompetenteste Kenner der Skoliose, und wo an

Kongressen, auch ausländischen, wichtige Fragen aus deren Gebiet zur Verhandlung kamen, versicherte man sich gern seiner Anwesenheit und seines massgebenden Votums.

So wurde ihm dann auch die wohlverdiente Ehre zuteil, 1908 den siebten Kongress der deutschen Gesellschaft für orthopädische Chirurgie, der bedeutendsten wissenschaftlichen Vereinigung dieses Faches von internationaler Bedeutung, als Vorsitzender zu präsidieren; seither gehörte er ständig ihrem Ausschusse an. Dieser Kongress hatte auch insofern eine Bedeutung, als er zum erstenmal die Krüppelfrage behandelte, die seither immer auf der Traktandenliste steht. Und noch mit einer weitern Frage, die SCHULTHESS stark beschäftigte, hatte dieser Kongress sich zu befassen, nämlich mit der akademischen Stellung der Orthopädie als Lehrfach. Die medizinische Fakultät von Berlin hatte damals den Wunsch, nach dem Tode HOFFAS den von diesem innegehabten Lehrstuhl für Orthopädie nicht wieder zu besetzen. Im Namen und Auftrag seiner deutschen Kollegen richtete SCHULTHESS eine eingehend motivierte Eingabe an das preussische Kultusministerium, die diese Absicht bekämpfte und für die Anerkennung der Orthopädie als Lehrfach, wenigstens an den grössern Universitäten, eintrat. Der Schritt war dann auch von Erfolg begleitet.

Noch andere Ehrungen wurden ihm zuteil. Er sass im Redaktionskomitee der bedeutendsten deutschen orthopädischen Fachzeitschriften; ausländische Fachvereinigungen, auch amerikanische, mit denen er literarische Fühlung hatte, ernannten ihn zum korrespondierenden Mitgliede. 1911 erhielt er den vom Instituto Ortopedico RIZZOLI in Bologna, der italienischen Musteranstalt für Orthopädie, alle fünf Jahre zu vergebenden Premio internazionale UMBERTO I für die beste orthopädische Leistung während dieses Zeitraums, wiederum für sein grosses Skoliosewerk. Leider war er durch Erkrankung verhindert, den Preis, der in feierlicher Sitzung überreicht wird, persönlich entgegenzunehmen und die dabei vorgeschriebene Rede zu halten. Das Instituto RIZZOLI, unter Leitung CODIVILLAS, des bedeutendsten Orthopäden Italiens, besass damals schon einen Saal, der mit den Apparaten von SCHULTHESS ausgerüstet und auf seinen Namen getauft war.

An so vielen Verdiensten und Erfolgen konnten schliesslich auch Regierung und Fakultät nicht achtlos vorübergehen. 1912 erhielt SCHULTHESS den Titel eines ausserordentlichen Professors mit einem Lehrauftrag für Orthopädie, der ihm weniger wegen der Befriedigung persönlichen Ehrgeizes als wegen seiner Beziehungen zu der im gleichen Jahr eröffneten Anstalt Balgrist und deren Verwertung für den akademischen Unterricht sehr willkommen war und ihn hoch erfreute.

Mit der schon öfter wiederholten Nennung dieser Anstalt sind wir bei der Tätigkeit angelangt, die den hauptsächlichsten Inhalt des ihm leider nur noch vergönnten halben Lebens-Dezenniums ausmachen sollte.

Seinem von jeher philanthropisch gerichteten und fein empfindenden Sinn war es immer peinlich gewesen, die Gebrechen Unbemittelter zu einer Quelle des Erwerbes zu machen, noch peinlicher, zu sehen, wie oft Arme aus Mangel an Mitteln ohne Behandlung, oder wenigstens ohne genügende, bleiben mussten, da orthopädische Kuren oft viel Zeit und Kosten verschlingen. Zwar wurden in der Privatanstalt von Anbeginn an ärmere Kinder, besonders Skoliosen, denen die öffentlichen Spitäler wenig bieten können, gänzlich oder fast kostenlos behandelt; aber für eine grössere Ausdehnung dieser Wohltat sind die Mittel einer Privatanstalt zu beschränkt. An ihre Stelle musste eine grössere, öffentliche, womöglich schweizerische treten, wie solche in Deutschland und

andern Ländern bereits bestanden. Oben wurde schon erwähnt, dass der von SCHULTHESS präsidierte Orthopädenkongress von 1908 sich bereits mit der Krüppelfürsorge befasste, nachdem eine Krüppelzählung im ganzen Deutschen Reiche durch BIESALSKI die Zahl von 80,000 ergeben und damit das Bedürfnis festgestellt hatte. 1908 entstand auch die Deutsche Vereinigung für Krüppelfürsorge. In der Schweiz hatten schon 1903 Pfarrer KÄGI in Riehen und 1904 Erziehungssekretär Dr. ZOLLINGER in Zürich auf die Notwendigkeit dieser Fürsorge hingewiesen.

Die eigentliche praktische Initiative ergriff aber auch hier SCHULTHESS. Schon lange besass er ein Legat von 10,000 Fr. zu diskretionärer Verwendung. Der Schreibende war selbst zugegen, als jener in einer Gesellschaft gesprächsweise zu dem bald nachher (1906) verstorbenen Pfarrer RITTER am Fraumünster äusserte: „Ich suche einen Mann, der mir eine Krüppelanstalt machen hilft", und fast schon auf dem Totenbette hat dann Pfarrer RITTER einen ungenannten Wohltäter veranlasst, den Betrag von 50,000 Fr. einem hiefür gebildeten Komitee zu übergeben, das sich dann erweiterte und Beiträge für die nun fest ins Auge gefasste Anstalt zu sammeln begann, die 1912 sich bereits auf 600,000 Fr. beliefen. Die Beitragenden vereinigten sich 1909 zur Gründung eines schweizerischen Vereins für krüppelhafte Kinder. Nach Erwerbung eines geeigneten Grundstücks von 12,000 Quadratmeter auf einem aussichtsreichen und sonnigen Plateau in nächster Nähe Zürichs konnte 1911 der Bau beginnen und die Anstalt Ende November 1912 eröffnet werden.

Die Seele und die treibende Kraft in diesem grosszügig angelegten Werke war SCHULTHESS. Er besorgte die Propaganda in Wort und Schrift, interessierte hervorragende Männer für das Unternehmen und gewann sie für sein Komitee, das unter dem Vorsitz des um das Werk ebenfalls hochverdienten Prof. KESSELRING verständnisvoll auf seine Anregung einging. Alle Einzelheiten des Baues, der Einrichtung und der Organisation des ärztlichen und innern Betriebes der Anstalt wurden von ihm durchdacht und mit den massgebenden Persönlichkeiten festgelegt, wobei ihm seine Erfahrungen als Krankenhausarzt und bei der Erstellung der Neubaute seiner Privatanstalt und des Asyls Neumünster sehr zustatten kamen. Die Anstalt umfasst zwei miteinander verbundene Gebäude, Internat und Poliklinik, und enthält neben den Wohn- und Schlafräumen Übungs- und Operationssäle, Untersuchungs-, Röntgen- und Photograpiezimmer, geräumige Veranden, Sonnenbäder, Schulzimmer, orthopädische Werkstätte, kurz alles, was in den Postulaten für die moderne Krüppelfürsorge: Erziehung, ärztliche Behandlung und Berufsausbildung von einer solchen Anstalt verlangt wird. Näheres über dieselbe und deren Einrichtung finden Interessenten in dem von SCHULTHESS mit grosser Liebe verfassten Neujahrsblatt der Hilfsgesellschaft für 1912: Die Krüppelfürsorge, sowie in dem erst kürzlich erschienenen ausführlichen und reich illustrierten ersten Anstaltsbericht: Mitteilungen aus der Anstalt Balgrist (Zeitschr. f. orthop. Chir., 36. Bd., 1917), der letzten Publikation ihres Autors.

Von Anfang an und von kompetenter Seite als Musteranstalt anerkannt, gewann sie durch die Vorzüglichkeit ihrer Einrichtung und ihrer Hilfsmittel, aber auch durch die Persönlichkeit ihres Leiters rasch Popularität und grossen Zuspruch. Schon ist sie überfüllt, schon befasste der Nimmermüde sich mit den Plänen für die unabweisliche Erweiterung, sein letzter Gang galt noch einer Angelegenheit seines geliebten Balgrist, als das unbarmherzige Schicksal sein Veto einlegte.

Nicht leicht auf einen andern besser als auf SCHULTHESS passt das viel zitierte BILLROTHSCHE Wort, dass nur ein guter Mensch auch ein guter Arzt

sein könne. Wohl trug er sein Herz nicht auf der Zunge; er war kurz angebunden, machte keine Komplimente, und man hatte bei ihm immer das Gefühl, dass er nachher noch mehr zu tun habe; nie aber geriet er in Affekt oder verleugnete er die gute Lebensart, die bei ihm Produkt der Erziehung und einer erworbenen überlegenen Lebensweisheit war. Ein bequemer Arzt war er nicht, insofern als ihm der Heilzweck über alles ging, dem auch die Patienten Opfer bringen mussten; aber er brachte sie auch selbst durch eine bis an die Grenze seiner physischen Leistungsfähigkeit gehende Gefälligkeit und Rücksichtnahme auf persönliche Wünsche, sofern sie ihm ohne Schaden erfüllbar erschienen. Im Verkehr mit Kindern, namentlich armen und verschüchterten, von einer gewinnenden Herzensgüte, langmütig auch gegenüber der Unart verzogener, ermangelte er doch der Bestimmtheit nicht, falls sie erforderlich war. Von ungekünstelter Leutseligkeit im Umgang mit den Geringsten bewahrte er — und zwar fern von jeder Pose — selbst gegenüber der vornehmsten Klientel und den Koryphäen der Wissenschaft eine erstaunliche Unbefangenheit. Erholung kannte er wenig; ausser der Teilnahme an ärztlichen Versammlungen, die er selten versäumte, eigentlich keine andern als in seiner Familie, und wo er sich eine gönnte, musste diese daran teilnehmen. Mit ihr zog er in den Ferien irgendwohin in die Berge oder auch etwa ans Meer und im Frühling an den Vierwaldstättersee oder ins Tessin; gerne hatte er da alle beisammen, denen er zu Hause sich so selten ganz widmen konnte. Er war sehr musikalisch und ein vorzüglicher Geiger, der in jungen Jahren in den Tonhallekonzerten unter Hegar als Hilfskraft mitwirken konnte; später war ihm das Musizieren mit seinen Kindern die liebste Erholung, und ein kleines Hauskonzert beschloss fast immer die gastlichen Veranstaltungen in seinem Hause.

Seine Gesundheit war nie besonders fest gewesen; er hatte in den letzten Jahren häufiger an Verdauungsstörungen und Katarrhen gelitten. Schon lange war sein Herzschlag unregelmässig, und er war als gewiegter Arzt und besorgter Familienvater der letzte, solche Zeichen zu missachten. Durch noch strengere Regelung seiner ohnehin keine Extravaganzen kennenden Lebensweise suchte er vorzubeugen, aber der Arbeit konnte und wollte er nicht entsagen. Ferienaufenthalte brachten ihm nicht mehr die gewohnte Erholung; nur in der ungebrochenen Arbeitslust und Arbeitsfreudigkeit schien er der gleiche geblieben. Aber es war, wie wenn eine — nie ausgesprochene — Ahnung ihn triebe, noch alles zu verwirklichen, was er an Plänen in sich trug, nichts zu verschieben, alles Angebahnte zu einem Abschluss zu bringen. Auch die Nächststehenden merkten kaum eine Veränderung. Aber mit leisem Zahn nagte das Verhängnis an ihm und erfüllte sich am 6. März: Ohne Vorboten, nach bereits in scheinbarem Wohlbefinden begonnenem Tagewerk, im Gespräche mit der Mutter eines kleinen Patienten, sank er plötzlich entseelt zusammen. Ein beneidenswerter Tod fürwahr, ohne Sorge und Qual, nach einem so reichen und wohl ausgenützten Leben; schrecklich allerdings für die Angehörigen und Freunde, die den geliebten Mann nur noch als Leiche sehen sollten!

Und nun ruht er, in Blumen gebettet und von der aufrichtigsten Trauer aller Kreise unserer Stadt zur Grabstätte begleitet, nicht weit von seinem Balgrist, dem sein letztes Sinnen und Wirken gegolten.

Ruhe sanft, du lieber und guter Freund! Wir haben dir vieles zu danken und werden dich nie vergessen. Du selbst aber hast am besten dafür gesorgt, dass dein Andenken ein gesegnetes bleibt: Deine Werke überleben dich!

[Dr. A. Lüning.]

Georg Frobenius (1849—1917, Mitglied der Gesellschaft seit 1875, Ehrenmitglied seit 1896).

Wie letztes Jahr bei DEDEKIND und PRYM so sind wir auch bei FROBENIUS in der Lage, eine von ihm selbst verfasste biographische Skizze vorlegen zu können, die er 1894 für die Festschrift[1]) der Gesellschaft ehemaliger Polytechniker bestimmt hatte. Er schrieb damals an den Redaktor dieser Festschrift (F. RUDIO) wie folgt:

„Geboren am 26. Oktober 1849 in Berlin, besuchte ich dort das Joachimsthalsche Gymnasium. Ich studierte 1867 ein Sommersemester in Göttingen, dann bis Herbst 1870 sechs Semester in Berlin, wo ich im Sommer 1870 promovierte. Von Michaelis 1870 an wirkte ich ein Jahr am Joachimsthalschen Gymnasium und von Michaelis 1871 an $2^1/_2$ Jahre an der Sophienrealschule in Berlin als Lehrer. Von Ostern 1874 bis Michaelis 1875 war ich ausserordentlicher Professor an der Universität Berlin und dann 17 Jahre (bis Herbst 1892) am Zürcher Polytechnikum Professor.

Meine Abhandlungen stehen, wie Sie wissen, fast alle in CRELLES Journal, mit Ausnahme von zwei Arbeiten in den „Göttinger Nachrichten“ und meinen beiden letzten Arbeiten in den „Berliner Monatsberichten“ und der Gedächtnisrede auf KRONECKER in den Abhandlungen der Berliner Akademie.“

Mit der Schweiz ist FROBENIUS von Berlin aus noch zweimal in Beziehung getreten. Das erste Mal handelte es sich um das 150jährige Jubiläum der Zürcher Naturforschenden Gesellschaft, das im Jahre 1896 gefeiert wurde. Zu der Festschrift, die unsere Gesellschaft damals herausgab, lieferte FROBENIUS die Abhandlung „Zur Theorie der Scharen bilinearer Formen“, die einen Auszug darstellt aus einem Briefe an K. WEIERSTRASS vom Jahre 1881. Bei Anlass dieses Jubiläums ernannte die Gesellschaft FROBENIUS zum Ehrenmitgliede, ausser ihm aber von Mathematikern auch noch E. B. CHRISTOFFEL, R. DEDEKIND, TH. REYE, H. A. SCHWARZ und H. WEBER, die alle in Zürich gewirkt und der Naturforschenden Gesellschaft angehört hatten.

Der zweite Anlass, der hier erwähnt zu werden verdient und der FROBENIUS auch einmal wieder (zum ersten und letzten Male) nach der Schweiz zurückführte, war der *Festakt der Universität Basel zur Feier des zweihundertsten Geburtstages LEONHARD EULERS*[2]). Der Festakt fand am 29. April 1907 in der Martinskirche statt und nahm einen weihevollen Verlauf. Was der Feier einen besonderen Glanz verlieh, war der Umstand, dass neben den sämtlichen schweizerischen Hochschulen die Petersburger und die Berliner Akademie durch persönliche Abordnungen vertreten waren. Die Festrede hielt K. VON DER MÜHLL. Nach ihm sprachen die Vertreter der beiden Akademien O. BACKLUND und G. FROBENIUS, der Rektor der Basler Universität JOHN MEIER und zuletzt, als Vertreter der übrigen schweizerischen Hochschulen, F. RUDIO. Wir glauben, einen Akt der Pietät gegenüber unserem verstorbenen Ehrenmitgliede zu erfüllen und zugleich den Verehrern EULERS eine Freude zu bereiten, wenn wir die Worte, die FROBENIUS an die Festversammlung richtete, hier wiedergeben und dadurch einem weiteren Kreise zugänglich machen[3]). Sie lauten:

---

[1]) Siehe Nr. 44 unserer Notizen vom Jahre 1916.

[2]) Siehe *Festbericht, erstattet im Auftrage e. e. Regenz der Universität von dem Rektor Professor Dr. JOHN MEYER*, Basel 1907.

[3]) In Erinnerung an diese Eulerfeier und in Anerkennung der Tätigkeit, die FROBENIUS während 17 Jahren an der Eidgenössischen Technischen Hochschule entfaltet hatte, ernannte ihn die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft im Jahre 1908 zum Ehrenmitgliede.

Hochansehnliche Versammlung!

Basels grosser Sohn, LEONHARD EULER, dessen Gedächtnis Sie heute feiern, hat 25 Jahre lang der Preussischen Akademie der Wissenschaften als Mitglied angehört. Sie haben uns daher die Ehre erwiesen, uns zur Teilnahme an dem heutigen Gedenktage einzuladen. Die Berliner Akademie hat mich beauftragt, der Universität Basel für diese Aufmerksamkeit ihren wärmsten Dank auszusprechen, und lässt Ihnen zu dieser Feier einer gemeinsamen stolzen Erinnerung freundnachbarlichen Gruss entbieten.

FRIEDRICH DER GROSSE, der im Grunde die Geometer so wenig leiden mochte wie die Geometrie, hatte doch ein deutliches Gefühl dafür, welchen Glanz seiner jungen Akademie die Berufung eines Mannes von EULERS Verdiensten und Weltruf verleihen würde. Während der besten Jahre seines Lebens hat EULER die Geschäfte der mathematischen Abteilung der preussischen Akademie als Direktor geleitet, nach MAUPERTUIS' Abgang war er, wenn nicht dem Namen, so doch der Sache nach, der Präsident der Akademie. Darum unterlassen auch die Berliner nicht, seinen zweihundertjährigen Geburtstag in geziemender Weise zu feiern. Die Mathematische Gesellschaft hat an diesem Tage, am 15. April, eine Festsitzung zu Ehren EULERS abgehalten, worin Herr VALENTIN über seine Lebensschicksale, speziell in Berlin, berichtet hat, Herr KNESER seine unsterblichen Verdienste um die Variationsrechnung beleuchtet hat, Herr KÖTTER seine grundlegende Untersuchung der Drehung eines Körpers um einen festen Punkt besprochen hat. Die Akademie beabsichtigt, in ihrer öffentlichen Festsitzung am Leibniztage das Andenken ihres grössten Mitgliedes während der Friederizianischen Zeit zu feiern. Herr KNOBLAUCH wird im kommenden Sommersemester an der Berliner Universität eine Vorlesung über EULERS Werke und ihre Bedeutung für die neuere Mathematik halten. Das Haus, Behrenstrasse 21, worin EULER gewohnt hat, soll mit einer Gedenktafel versehen werden. Nach dem Vorgange von Basel soll eine Strasse der Hauptstadt nach EULER benannt werden. Die Stelle des Landhauses, das er in Charlottenburg besass, hat sich leider nicht ermitteln lassen. Als die Russen im Jahre 1760 unter TOTLEBEN Berlin verwüsteten, wurde dies Haus von sächsischen Soldaten ausgeplündert. Der russische General aber liess nicht nur EULER für seinen Verlust entschädigen, sondern veranlasste noch die Kaiserin ELISABETH, ihm ein besonderes Gnadengeschenk zu überreichen.

Sie fühlen, verehrte Anwesende, wie sehr ich mich scheue, mich zu einer Darlegung von EULERS wissenschaftlichen Verdiensten zu wenden, zumal nach der ausgezeichneten sachlichen Würdigung, die sie soeben durch den Herrn Festredner erfahren haben. In allen mathematischen und physikalischen Disziplinen, in der Analysis und der analytischen Geometrie, der Algebra und der Arithmetik, der Differentialrechnung und der Integralrechnung, den Differentialgleichungen und der Variationsrechnung, in der Mechanik und der Astronomie, der Hydrodynamik und der Aerostatik, der Akustik und der Optik hat er die unvergänglichen Spuren seiner Wirksamkeit hinterlassen. Was seine Vorgänger geschaffen haben, hat er in die Form gegossen, in der wir es heute finden, und in der allein es uns heute noch geniessbar ist. Nach EULER kamen die Systematiker, die Kritiker, kurz das im 18. Jahrhundert so verpönte *genre ennyeux*. Die Beispiele, die zugleich unterhaltend und belehrend sind, rühren zum grössten Teile von EULER her. Als GAUSS seine berühmten *Disquisitiones generales circa superficies curvas* schrieb, erregte es das grösste Aufsehen, dass es ihm gelungen war, zu EULERS Untersuchungen

über die krummen Oberflächen noch etwas wirklich Interessantes und Wichtiges hinzuzufügen. JACOBI war zeit seines Lebens von dem Ehrgeiz geplagt, EULERS Beispiele in der Theorie der Differentialgleichungen und der Mechanik um ein weiteres von gleicher Bedeutung zu vermehren.

Man hört bisweilen äussern, EULER sei wohl das stärkste mathematische Talent, aber kein Genie gewesen. Dem gegenüber möchte ich doch auf einige Genieblitze hinweisen, womit er weit über seine Zeit hinaus den Weg der Wissenschaft erleuchtet hat. In der Analysis hatte er eine für die meisten seiner Zeitgenossen unbegreifliche Vorliebe für die komplexen Grössen, mit deren Hilfe es ihm gelungen war, den Zusammenhang zwischen den Kreisfunktionen und der Exponentialfunktion herzustellen. Der Herr Festredner gedachte schon seiner topologischen Spielerien, der mannigfachen Schachaufgaben, der sieben Brücken in Königsberg; von der grössten wissenschaftlichen Bedeutung aber ist, dass er jenen Satz über die Polyeder aufs neue fand, auf Grund dessen wir heute von EULERSCHEN Polyedern sprechen und der mit dem Zusammenhang der Flächen in so inniger Beziehung steht. In der Theorie der elliptischen Integrale entdeckte er das Additionstheorem, machte er auf die Analogie dieser Integrale mit den Logarithmen und den zyklometrischen Funktionen aufmerksam, eine Analogie, die durch Einführung einer passenden Bezeichnung noch heller ins Licht gesetzt werden könnte, und gab dadurch den direkten Anstoss zu LEGENDRES Untersuchungen. So hatte er alle Fäden in der Hand, daraus später das wunderbare Gewebe der Funktionentheorie gewirkt wurde.

Für die Existenz der Wurzeln einer Gleichung führte er jenen am meisten algebraischen Beweis, der darauf fusst, dass jede reelle Gleichung unpaaren Grades eine reelle Wurzel besitzt. Ich halte es für unrecht, diesen Beweis ausschliesslich GAUSS zuzuschreiben, der doch nur die letzte Feile daran gelegt hat. Ebenso war es fast in Vergessenheit geraten, dass EULER lange vor LEGENDRE und GAUSS das Reziprozitätsgesetz in der Theorie der quadratischen Reste entdeckt hatte.

Eine Eigenschaft allerdings fehlte EULER, die dem modernen Genie unerlässlich scheint, die Unklarheit, die Dunkelheit. Davor bewahrte ihn sein gerader Verstand, sein ehrlicher Sinn. Während GAUSS bei seiner Darstellung alle Brücken hinter sich abzubrechen pflegt, berichtet EULER getreulich über alle Wege und Umwege, die er gegangen ist. Nicht selten aber gibt er zum Schluss als genialen Einfall eine einfachere Methode, zu dem gewünschten Ziele zu gelangen. Und ein Widerschein der leidenschaftlichen Freude, die ihn beim Aufspüren der Wahrheit durchglühte, erwärmt noch heute den Leser beim Studium seiner Werke. So war EULER unser aller Lehrer, nicht nur in den Ergebnissen der Wissenschaft, sondern auch in der Methode ihrer Darstellung.

Euler hat weitaus den grössten Teil seines Lebens im Ausland, in Berlin und Petersburg zugebracht. Das kleine, ruhmvolle Land, aus dem er stammte, erzeugte damals viel mehr Männer der Wissenschaft, als es brauchen konnte. An allen Akademien und Universitäten finden wir im 18. Jahrhundert Schweizer Gelehrte, in Paris, in London, in Berlin, in Petersburg, in München, in Holland. Überall traf daher EULER Landsleute, in Petersburg seinen Jugendfreund DANIEL BERNOULLI und JAKOB HERMANN; in Berlin, wo fast die halbe Akademie aus Schweizern bestand, nenne ich MERIAN und SULZER. Auch im fremden Lande blieb EULER in Sitte und Sprache der Heimat getreu, in seiner Schweizer

Heimat lagen die starken Wurzeln seiner Kraft. Es wird wohl nie gelingen, den Zusammenhang eines genialen Künstlers oder Gelehrten mit dem Boden, aus dem er hervorgegangen, zu erklären. Aber dass damals aus der Schweiz und namentlich aus Basel so viele Gelehrte ersten Ranges entstammten, muss doch mehr als ein blosser Zufall gewesen sein. Einige Ursachen zwar liegen am Tage: Die Urkraft, die das einfache, harte Leben, als Landmann und als Krieger, in diesem Volkskörper aufgespeichert hatte; diese alte Kulturstätte, eine Wiege des Humanismus, die jetzt auf eine ruhmvolle Vergangenheit von fast 450 Jahren zurückblickt; der patriotische Gebrauch, den diese Patrizier von ihren Reichtümern machten, als gute Kaufleute wohl wissend, für ihr Land könne es keine bessere Kapitalsanlage geben, als die Förderung von Kunst und Wissenschaft.

Darum, verehrte Anwesende, schuldet nicht nur Deutschland und Russland, schuldet die ganze Kulturwelt der Schweiz, schulden wir diesem kleinen Kanton Basel Dank, dass er uns einen LEONHARD EULER geschenkt hat. Heutzutage, wo die Völker wieder dazu neigen, sich hermetisch voneinander abzuschliessen, erscheint es doppelt wichtig, daran zu erinnern, was durch die althergebrachte Sitte des Gelehrtenaustausches die Deutschen den Schweizern, die Schweizer den Deutschen zu danken haben. Möge diese Erinnerungsfeier das Band zwischen den beiden eng verwandten Völkern aufs neue festigen, vor allem das Freundschaftsband zwischen der altehrwürdigen Universität Basel und ihrer jüngeren Schwester, der Preussischen Akademie der Wissenschaften.

Carl Seelig (1857—1917, Mitglied der Gesellschaft seit 1910).

Montag den 1. Oktober[1]) verbreitete sich in Zürich die erschütternde Kunde, dass Herr CARL SEELIG, früher Besitzer einer Seidenfärberei, bei einer Bergtour verunglückt und mit seinen zwei Begleitern tot aufgefunden worden sei. Der so unerwartet seinen Angehörigen und Freunden entrissene Mann, der bis zu seinem Hinscheiden eine seltene Lebenskraft besass und stets von weitgehenden Plänen erfüllt war, verdient es, dass seiner auch in dieser Wochen-Chronik gedacht werde.

CARL SEELIG wurde am 21. Nov. 1857 in Zürich geboren, besuchte die Kantonsschule und hierauf das Polytechnikum. Da er im Sinne hatte, später in das Geschäft seines Vaters, der eine Wollfärberei betrieb, einzutreten, so begab er sich nach Berlin, um bei Herrn CABANIS, dem Grossvater des bei dem Bergunglück mitbetroffenen Fräulein CABANIS, der ebenfalls eine Wollfärberei leitete, in den Beruf eingeführt zu werden. Nachdem er sich zur weiteren Ausbildung für etwa 1½ Jahre nach Lyon begeben hatte, kehrte er in die Heimat zurück, um in das Geschäft seines Vaters einzutreten. Im Anfang der achtziger Jahre nahm er das Geschäft in seine Hand; der bisherige Betrieb genügte ihm aber nicht. Aus der kleinen Fabrik entstand eine Seidenfärberei, die durch das unermüdliche Schaffen und das praktische Geschick des Verstorbenen aus bescheideneren Anfängen zu einer immer ausgedehnteren Anlage sich entwickelte. Der Erfolg der Arbeit war vor allem der Energie und dem nie ermattenden Fleisse, sodann auch einem ausgesprochenen Ordnungssinn zu verdanken. Vom frühen Morgen bis zum späten Abend sah man ihn bei der Arbeit; selten gönnte er sich die Ruhe, die er so nötig gehabt hätte. Da er an seine eigene Person hohe Anforderungen stellte, so verlangte er auch von seinen Arbeitern

[1]) Mit gütiger Erlaubnis von Verfasser und Redaktion der „Zürcher Wochen-Chronik“ vom 13. Oktober 1917, Nr. 41, entnommen.

strenge Erfüllung ihrer Pflichten. Und wenn die Leistungen seinen Wünschen nicht entsprachen, konnte er zu wahrer Empörung erregt werden, wobei er seinen Gefühlen oft in starker Art Ausdruck gab. Aber nie hat er aus Absicht jemandem ein Unrecht zugefügt; oder wenn er einmal im Eifer etwa einen Missgriff getan hatte, so suchte er ihn auf ehrenvolle Weise wieder gutzumachen. Sein Gerechtigkeitssinn liess es nicht zu, dass ein Unrecht bestehen bleibe. Obschon Carl Seelig eine zähe und anscheinend unerschütterliche Gesundheit besass, so hätte ihn doch die Last der Arbeit mit der Zeit niederdrücken müssen. So verkaufte er dann im Jahre 1907 sein blühendes Geschäft und zog sich in das Privatleben zurück. Freilich soll man nicht glauben, dass er nun in behaglicher Musse seine Tage dahingelebt habe. Im Gegenteil, sein kühner Geistesflug, der nunmehr von den fesselnden Banden eines enger umschränkten Betriebes befreit war, regte ihn zu grossen Geschäftsunternehmungen und Reisen an, die sich bis nach entfernten Ländern von Amerika und Asien und auf verschiedenartige Zweige des Geschäftsverkehrs erstreckten.

Im Jahre 1904 erwarb sich Seelig ein schön gelegenes Landgut bei Kastanienbaum am herrlichen Gestade des Vierwaldstättersees. Mit Geschick verstand er es, das Gut so in Stand zu stellen, dass es den Zwecken des Schönen und Nützlichen dienen konnte. Auf diesem Gute suchte und fand er doch öfter die ersehnte notwendige Ruhe. Hier weilte er gerne, umgeben von seinen Angehörigen und zahlreichen Freunden.

Im Jahre 1889 schloss Seelig mit Frl. Alwine Kuhn von Thal den Bund der Ehe, welche dem rastlosen Geschäftsmann den notwendigen Rückhalt und gegenüber den vielen Verdriesslichkeiten des Berufes die schönste Erholung bot. Aus der glücklichen Ehe entsprossten vier Kinder, zwei jetzt schon erwachsene Söhne und zwei Töchter; sie alle lagen dem Vater sehr am Herzen und er war bestrebt, ihnen eine tüchtige Ausbildung zuteil werden zu lassen, damit sie für den Kampf des Lebens gerüstet wären.

Bei dem lebhaften und weitblickenden Wesen Seeligs ist es begreiflich, dass seine Gedanken und Taten nicht ausschliesslich auf dem enger umschlossenen Bereich seines Berufes sich bewegten, sondern dass er seine Lebenskraft auch auf andern Gebieten zu betätigen suchte. So wandte er sich denn dem Gebiete zu, welches mit dem Namen „Sport“ bezeichnet wird. Dabei ist das Wort im besten Sinne seiner Bedeutung zu nehmen, indem er mit der Betätigung des Körpers auch die Förderung von Geist und Gemüt zu verbinden suchte. In seinen Studienjahren widmete er sich mit Vorliebe dem Rudersport und brachte es in demselben zu hervorragenden Leistungen. So unternahm er unter anderm auf einem Kanoe die Fahrt von Zürich über Frankfurt nach Rotterdam, die in jeder Beziehung glücklich verlief. Später aber folgte er einem geheimen innern Drange, der ihn in die Alpen zog. Die Art und Weise, in der er seine Wanderungen in die Berge ausführte, darf in mancher Hinsicht als vorbildlich bezeichnet werden. Mit dem tief gegründeten Sehnen nach der erhabenen Stille der Natur, in deren Heiligtum er so oft von der drückenden Last des Geschäfts sich erholen konnte, verband er den stürmenden Drang nach grossen und schweren Taten und in zäher Energie, die selbst im vorgerückten Alter nie wankte, hat er die imposantesten Erhebungen unserer Schweizer Alpen sich unterworfen. Mit Vorliebe wählte er einzelne abgeschlossene Gruppen der Gebirgslandschaft, die er gründlich durchforschte und nach denen er immer wieder sich hingezogen fühlte. Gerne pflegte er auch den Verkehr

mit den schlichten Alpenbewohnern, für deren Eigenart er ein wohlwollendes Verständnis zeigte. Oft und gerne weilte er im Göschenental und dankbar hat er alles, was ihm dort Natur und Menschen boten, in reichem Masse vergolten. Der Name des Bergfreundes wird in jenem abgeschiedenen Tale in dauernder Erinnerung bleiben.

Die Erinnerungen an die Bergfahrten schrieb er gerne nieder, nicht um sich vor der Welt zu zeigen, sondern vielmehr aus der Lust, das Erlebte nochmals im Geiste durchzukosten. Aus dieser Bescheidenheit erklärt sich die schlichte, ungekünstelte, aber zum Herzen dringende Schreibart. Die Schilderungen über die Berge des Göschenentales und des Fellitales nehmen auf dem Gebiete der alpinen Literatur einen hohen Rang ein und werden von Freunden echter Naturschilderungen noch oft mit wahrem Genusse gelesen werden.

Leider war es dem begeisterten Bergfreund in den frühern Jahren nur möglich, über den Sonntag seine Schritte den Bergen zuzulenken. Die Arbeit und die Sorgen für sein Haus gingen ihm über das Vergnügen und die Erholung. Als es ihm dank seiner unermüdlichen Arbeit möglich wurde, freier über die Zeit zu verfügen, wandte er sich grösseren Reisen zu. So nahm er an einer naturwissenschaftlichen Reise nach den kanarischen Inseln teil; bei dieser Gelegenheit bestieg er den Pico de Teyde (3716 m) auf Teneriffa und liess es sich nicht nehmen, ganz allein eine Nacht auf dieser hohen Warte zu verbringen. Eine andere Expedition liess ihn die wunderbaren Naturschönheiten von Algier und Tunis schauen. Mit einer geschäftlichen Reise nach Amerika verband er den Besuch des Yellowstone-Parks, eines Nationalparks der Vereinigten Staaten. Und ein ander Mal zieht es ihn in weit entfernte Gebiete von Asien; im Verlaufe dieser Reise bestieg er einen hohen Vulkan auf der Insel Sumatra. Dann verfolgen wir ihn wieder auf einer Reise nach Südamerika, wo er die Urwälder durchstreifte und bisher unbekannte Gebirgsgruppen und unbestiegene Berggipfel in Bolivia aufsuchte. Wohl die schönste und anregendste Reise, die er unternahm, war die Forschungsreise nach dem Kaukasus, die er kurze Zeit vor dem Ausbruche des Weltkrieges mit einer grössern Zahl von Gelehrten und Bergfreunden ausführte. Auch hier bezwang er mehrere hohe Gipfel. Mit wahrer Begeisterung pflegte er von seiner Besteigung des Ararat zu erzählen; es war wohl einer der weihevollsten und glücklichsten Momente in seinem ganzen Leben, als er in Begleitung des obersten Priesters der armenischen Kirche die höchste Spitze dieses heiligen Berges betrat. Die Teilnehmer jener Forschungsreise wussten nicht genug zu erzählen von der selbstlosen Dienstfertigkeit, welche er an den Tag legte, wie er ja seinen Kameraden und Freunden jeder Zeit, und so viel er konnte, Gutes zu erweisen suchte. Seine Freunde gedenken mit Wehmut der anregenden Stunden, die sie regelmässig mit ihm verbrachten, und der genussvollen Tage, die sie in seinem anmutigen Heim am Vierwaldstättersee geniessen durften, wo er und die sorgende Hausfrau wetteiferten, den Geladenen echte Gastfreundschaft zu erweisen.

Angehörige und Freunde werden des Abgeschiedenen Treue und Güte im Innern bewahren; wir werden stets des Mannes gedenken, der soviel Lebenskraft äusserte, von welchem die Gedanken und Taten wie Feuerfunken ausgingen, des kühnen, unerschrockenen Naturfreundes, der vor wenigen Wochen noch den stolzesten Gipfel der Alpen, das Matterhorn, bezwungen hat, des Mannes, der nach dem Grundsatz: labor omnia vincit, „die Arbeit überwindet alles", lebte!

Prof. Ernst Walder.

Adolf W. Keller (1887—1917, Mitglied seit 1911).

Wenn ich[1]) heute mit einigen Zeilen unseres allzufrüh in Russland gestorbenen Dr. Adolf W. Keller gedenke, so tue ich das in Kenntnis der vielen Freunde, die jetzt in Luzern und Zürich um den stets liebenswürdigen Menschen und hochbegabten Geologen trauern.

Wie kurz auch Freund Adolf unter uns weilte, so voll hat sich seine Persönlichkeit zu jener Selbständigkeit durchgerungen, die ihn seine Lebensaufgabe finden und zielbewusst erfüllen liess. Des Knaben unbewusste Neigungen führten ihn früh in die freie Natur. Er durchstreifte die duftenden, meergrünen Wälder am Nordhang des Pilatus, er betrat die kräuterreichen Matten über ihnen, er jauchzte berauscht auf der Spitze des zackigen Berges, wo der Blick sich in der blauen Ferne verliert, wo feingeschwungene Linien abgrenzen und wo in schweigender Stille die eisigen Firnkuppen funkeln. Trotz dieser idealen Begeisterung für die erhabene Schönheit der Natur suchte gleichzeitig sein ruhig wägender, scharfer Verstand nach exakten, zuverlässigen Erklärungen der beobachteten Vorgänge und Ereignisse. Aus diesem so innigen doppelten Verhältnis wissenschaftlichen Forscherdranges und Schönheitsstrebens entwickelte sich der ausgezeichnete Geologe und glänzende Bergsteiger.

In Zürich fand Adolf in seinen hochgeschätzten Lehrern Prof. Heim und Prof. Grubenmann verständnisvolle Unterstützung und Förderung, deren er sich aber auch nach zweijährigen sorgfältigen Arbeiten im Tödimassiv durch seine Doktordissertation „Über die autochthone Kreide am Selbsanft“ durchaus würdig erwies. Die der Arbeit beigelegte topographisch-geologische Karte im Masstab von 1 : 15,000, von ihm selbst photogrammetrisch aufgenommen, ist wohl die schönste und beste geologische Karte in diesem Masstab. Kurz nach Vollendung dieses Werkes führte ihn sein ungehemmter Tatendrang mit der wissenschaftlichen Expedition von Hrn. Prof. Rikli nach dem Kaukasus, unter deren Ergebnissen in Riklis Kaukasusbuch neben verschiedenen Beobachtungen über die dortige Geologie die Skizze Kellers „Über die Ölfelder von Apscheron“ besonders interessant ist. Endlich hat sich Adolf als Mitarbeiter der „Monographie der schweizerischen Bausteine“ sehr verdient gemacht.

Unter den Bergsteigern war Adolf einer der allerersten. In Hunderten von Hochgebirgstouren zu jeder Jahreszeit bewies sein eher zart gebauter Körper eine unzerbrechliche Ausdauer, sein kritischer Geist jene reiche Erfahrung und Urteilsfähigkeit, die ihn auch von den schwierigsten Unternehmungen heil zu Tale führten. Wer den äusserlich stillen, absolut anspruchslosen, sehr zurückgezogenen Freund zum ersten Male sah, der ahnte nicht, welch' ungeheure Willenskraft sich hinter dem manchmal fast träumerischen Blicke barg. Zahlreicher und farbiger als in dem unter den gewöhnlichen Bedingungen dahineilenden Leben sind bei Hochgebirgstouren die Momente, die wie durch plötzlichen Blitzstrahl den Charakter eines Menschen umreissen. Ich erinnere mich an die schwierige Erstersteigung eines Felsgrates in den Urneralpen, wo an jäher Stelle das weitere Vordringen gehemmt schien. Da schwingt sich Adolfs sehnige Gestalt in die Felswand, und während wir atemlos schauen, schiebt sie sich langsam, unmerklich fast, mit eiserner Ausdauer empor. Lange bange Minuten zeichnen sich die leise zitternden Körperlinien gegen den stahlblauen Himmel, dann folgt plötzlich ein kräftiger Ruck, und

---

[1]) Mit gütiger Erlaubnis von Verfasser und Redaktion abgedruckt aus dem „Luzerner Tagblatt“ Nr. 259, 3. November 1917.

Adolf hat gesiegt. Seine Touren schufen ihm nahe Freunde; ein weiterer Kreis gedenkt in Dankbarkeit seiner vorzüglichen Vorträge, geschmückt durch oft sehr schöne oder interessante Bilder, in denen er schlicht, grosszügig und mit sachlicher Tiefe Erlebtes und Geschautes schilderte. Unter seiner fast zweijährigen Präsidentschaft herrschte im Akademischen Alpenklub Zürich eine ideale sportliche Tätigkeit.

Im Juni 1913 kam Adolf als Geologe der Ural Caspian Petroleum Company nach Guriew in Russland. Er wohnte in Guriew, am Ausfluss des Uralflusses in die Caspisee, acht Kilometer von der Mündung entfernt. Die weite Steppe mit ihren märchenhaften, farbigen Lichtspielen schaute ihm ins braune Holzhaus hinein. Schon bald unterhielt er sich mit den Kirgisen, Kosaken, Tartaren in deren eigener Sprache. Im Auto, zu Pferde und auf dem Kameele zog er in die endlose Steppe hinaus; unter der glühenden Steppensonne mit bis zu plus 52 Grad im Schatten, oder bei der erstarrenden Kälte von bis minus 32 Grad skizzierte er seine Feldnotizen, geologischen Karten, Bohrprofile und geologischen Rapporte. Er stieg rasch vom Assistenten zu höherer Stellung empor, wurde in der Gesellschaft bald sehr hoch geschätzt, was in den mehrmaligen Einladungen zum Hauptdirektor in Petersburg und in einer Reise zum Chefgeologen nach Holland im Februar 1916 auch äusserlich zum Ausdruck kam. Fern von der Heimat, hatte er das Glück, in dem Schweizer Dr. E. Ganz, Geologen der gleichen Gesellschaft, einen edlen Freund zu finden, der den jüngern Kameraden in sein Arbeitsfeld einführte und ihn auf mancher Fahrt in der Steppe begleitete. Sein höchstes Glück aber war ihm seine treue Gattin, die ihn 1913 nach Russland begleitete und ihm in Freud und Leid, letzteres verursacht durch den frühen Tod zweier zärtlich geliebter Kinder, unentwegt und aufopfernd zur Seite stand.

Heute ist Adolf nicht mehr unter uns. Jäh hat ihn ein heimtückischer Typhus uns entrissen. Doch alle, denen sein reiches Leben so viel gegeben hat, werden unserm Freunde ein treues Andenken bewahren.

Dr. med. Julius Heller, Luzern.

Carl Stäubli (1873—1917, Mitglied der Gesellschaft seit 1903).

Am 23. November 1917 starb in St. Moritz nach längerer Krankheit Dr. med. Carl Stäubli, Privatdozent an der Universität Zürich. In dem Verstorbenen verliert die schweizerische Ärzteschaft einen ihrer tüchtigsten Kollegen, unsere Hochschule einen Dozenten von ausgezeichnetem wissenschaftlichem Ruf.

Stäubli war Arzt aus innerster Bestimmung. Er musste von Jugend auf an sich selbst erfahren, was krank sein heisst, und so lernte er früh, Sorgen und Krankheit der Mitmenschen verstehen und mitempfinden. Daraus reifte schon im Knaben der Entschluss, Arzt, Helfer zu werden. Sein Vater hatte ihn seiner zarten Gesundheit wegen zur kaufmännischen Laufbahn bestimmt. Erst mit 25 Jahren war es Stäubli vergönnt, das lange ersehnte Studium aufzunehmen als begeisterter, selten fleissiger, bei Lehrern und Kommilitonen gleich hochgeschätzter Student. Er absolvierte seine Studien in Zürich und München und schloss sie 1903 mit dem medizinischen Staatsexamen ab. Noch im gleichen Jahr promovierte er zum Doctor medicinæ. Seine weitere Ausbildung holte sich Stäubli an der inneren Klinik der Universität München bei Prof. Friedrich v. Müller, mit dem er zeitlebens in Freundschaft verbunden blieb. 1907 siedelte er an die Basler Klinik über, wo er sich gleichzeitig

habilitierte. Sein sehnlichster Wunsch, sich ganz der akademischen Laufbahn zu widmen, sollte ihm nicht erfüllt werden. Seine zarte Gesundheit zwang STÄUBLI nur zu bald, sich dauernd im Hochgebirge niederzulassen; doch blieb es ihm vergönnt, alljährlich im Sommersemester und seit 1914 in Zürich, wohin er sich umhabilitieren konnte, seine Vorlesungen abzuhalten.

Als Forscher war STÄUBLI überaus fleissig und fruchtbar. Mit sicherer Intuition wusste er überall die verborgenen Probleme zu entdecken und sie durch präzise Fragestellung dem exakten Experiment zugänglich zu machen. So zeigte er sich schon in seiner Dissertation über Typhusimmunität als scharfsinniger und gewandter Experimentator und alle seine weiteren, zahlreichen Publikationen zeugen von Gründlichkeit, absoluter kritischer Zuverlässigkeit und klarem, weitschauendem Denken.

STÄUBLI hat verschiedene Gebiete mit grossem Erfolg bearbeitet, so das Asthma, den Diabetes, die eosinophile Diathese. Besonders eingehend studierte er die Trichinose. STÄUBLI gelang es als erstem, mit einer ingeniös einfachen Versuchsordnung den experimentellen Beweis von der Verbreitung der Trichinelle auf dem Blutwege zu erbringen. (Vierteljahrsschrift der Naturf. Gesellsch. Jahrg. 1905.) Die Resultate seiner klinisch-experimentellen Forschungen über die Trichinosis hat er in einer prächtigen Monographie zusammengefasst, die 1909 bei Bergmann, Wiesbaden, in Buchform erschienen ist. Ebenso hat er dieses Kapitel für das Handbuch von Kolle-Wassermann bearbeitet. Angeregt durch seine Erfahrungen in der Praxis beschäftigte sich STÄUBLI in den letzten Jahren besonders mit dem Einfluss des Höhenklimas auf den gesunden und kranken Organismus. Er trug sich mit dem Gedanken, ein medizinisch wissenschaftliches Forschungsinstitut im Hochgebirge zu begründen und erhielt hiefür von dem verstorbenen Direktor des schweizerischen Gesundheitsamtes, DR. SCHMID, tatkräftige Hilfe zugesagt.

Als Forscher von glänzender wissenschaftlicher Begabung war STÄUBLI auch als Lehrer ein Meister klarer Darstellung. Mit vorbildlicher Gewissenhaftigkeit arbeitete er seine Vorlesungen aus und stellte seinen Studenten die mannigfachen Gebiete der pathologischen Physiologie in wohldurchdachten, abgerundeten Vorträgen dar.

So war STÄUBLI wie selten einer zur akademischen Laufbahn geschaffen. Da legte ihm die Rücksicht auf seine zarte Gesundheit ein mahnendes Veto ein. Der Abschied von der Klinik fiel ihm ungeheuer schwer. Mit heroischer Resignation verlegte er seinen Aufenthalt ins Hochgebirge und bald erlebte er dort die Genugtuung, einer der gesuchtesten Ärzte zu sein. Mit unbegrenztem Vertrauen hingen seine Kranken an ihm, der nicht nur Arzt ihres Körpers, der auch mit klugem, zartfühlendem Verständnis Freund und Berater in ihren seelischen Nöten zu sein verstand. Seine anerkannte wissenschaftliche Tüchtigkeit veranlasste die medizinischen Autoritäten des ganzen Kontinents, ihm ihre Patienten zuzuweisen. Trotz seiner ausgedehnten Praxis blieb er der Forschertätigkeit treu und zweimal im Jahr kehrte er zu längerem Aufenthalt in seiner Vaterstadt ein, voller Arbeitspläne, zu deren Ausführung ihm die Laboratorien des hygienischen und des pharmakologischen Instituts (Prof. SILBERSCHMIDT und Prof. CLOETTA) stets gastlich zur Verfügung standen, voller Freude, seine Vorlesung abhalten zu können.

Als Mensch wurde STÄUBLI von allen, die zu ihm in Beziehung traten, hochgeschätzt. Bald nach seiner Niederlassung in St. Moritz wählten ihn die Oberengadiner Ärzte zum Präsidenten ihres Vereins. Wenn er auch im öffent-

lichen Leben wenig hervorgetreten ist, so nahm er doch lebhaften Anteil an allen Fragen seiner engeren und weiteren Heimat und mit scharfer Kritik und zielbewussten Vorschlägen arbeitete er mit an einer gesunden Entwicklung des Weltkurortes St. Moritz.

Mit Stäubli ist ein seltener Mensch von grossen Gaben, ein Mann der Tat dahingegangen. Ein Leben, gefüllt mit Arbeit, aber auch reich an Erfolgen und warmer Anerkennung ist ihm beschieden gewesen.

Dr. Willy von Gonzenbach.

Naturwissenschaftliche Publikationen von Frl. Dr. L. Hezner. †

(Nachtrag zum Nekrolog Jahrg. 61, 1916, S. 742.)

(Als Manuskript eingegangen am 12. Dezember 1917.)

1903 Über die von Prof. Dr. Rudolf Martin aus der malayischen Halbinsel mitgebrachten Mineralien und Gesteinsstücke. Mitt. d. Naturwiss. Ges. Winterthur, Heft IV, 1903.

1903 Ein Beitrag zur Kenntnis der Eklogite und Amphibolite mit besonderer Berücksichtigung der Vorkommnisse des mittleren Ötztales. (Dissertation.) Tscherm. Min. Petr. Mitt. Bd. 22, Heft 5 und 6.

1904 Über einige in schweizerischen Pfahlbauten gefundene Steinwerkzeuge. N. J. Beil.-Bd. 20, S. 133—148.

1907 Zur topischen Zahl. Centralbl. f. Min. 1907, Nr. 14, S. 438.

1908 Petrographische Untersuchung der kristallinen Schiefer auf der Südseite des St. Gotthard (Tremolaserie). N. J. Beil.-Bd. 27, S. 157—218.

1909 Der Peridotit von Loderio (Kt. Tessin). Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich; 54. Jahrg.

1910 Pfronten (im bayr. Allgäu). Münchner Fremdenzeitung, 3. Jahrg., Nr. 22.

1910 Das Leben im Stein. „Natur", Zeitschr. d. D. Nat. Ges. Heft 15, S. 245 und 16, S. 255.

1910 Beziehungen der Chemie zur Gesteinslehre. Antrittsvorlesung. Schweiz. Pädagog. Zeitschr. 20, Heft IV, S. 241—253.

1912 Petrochemie der metamorphen Gesteine. Handwörterbuch d. Naturwiss. Bd. VII, S. 611—618. (G. Fischer, Jena.)

1913 Gesteinsabsonderung. Ibid. Bd. IV, S. 1072—1077.

1914 Analyse eines Granats im Asbest vom Binnental. Centralbl. f. Min., Nr. 11.
Über ein neues Umwandlungsprodukt von Serpentin. Ibid. Nr. 13.
Über ein neues chromhaltiges Magnesiumhydroxycarbonat. Ibid. Nr. 18.
Eine Pseudomorphose nach Orthoklas aus dem Tirschenreuther Granitmassiv. Ibid. Nr. 19.

1916 mit U. Grubenmann: Zusammenstellung der Resultate über die von 1900—1915 im mineralogisch-petrographischen Institut der Eidg. Techn. Hochschule ausgeführten chemischen Gesteins- und Mineralanalysen. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich. 61 (1916), 149—203.

1917 (posthum) Zur Kenntnis der manganhaltigen kristallinen Schiefer. N. J. (grössere Arbeit im Druck). U. Gr.

Zweiter Teil

Sitzungsberichte

Sitzungsberichte von 1917.

Protokoll der Sitzung vom 15. Januar 1917,

abends 8 Uhr, im grossen zoologischen Hörsaal der Universität.

Vorsitzender: Prof. Dr. E. Bosshard. Anwesend 103 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär.

2. Von Herrn Dr. Paul Sarasin ist auf unsern Glückwunsch folgende Antwort eingelaufen:

Basel, 16. Dezember 1916.

Herrn Prof. Dr. Bosshard, Präsident der Naturf. Gesellschaft Zürich.

Hochgeehrter Herr Präsident!

Wollen Sie der hochansehnlichen Naturforschenden Gesellschaft Zürich, zu deren Ehrenmitglied ernannt worden zu sein ich mich rühmen darf, meinen ergebensten Dank aussprechen für die Begrüssung, welche Sie mir an meinem Geburtstag zuteil werden zu lassen beschlossen hat. Die an mich gütigst gerichteten Worte erfüllen mich mit lebhafter Freude und geben mir neuen Schwung in den geistigen Bestrebungen, welche, soweit meinen Kräften erreichbar, zugleich die Ihrer berühmten Korporation sind. Dass insbesondere die Bestrebungen des nationalen und internationalen Naturschutzes sich Ihrer Sympathie erfreuen, ist für mich und meine Freunde eine Stärkung in der kommenden gemeinsamen Arbeit.

Genehmigen Sie, hochgeehrter Herr Präsident, die Versicherung meiner vollkommenen Hochachtung.

Paul Sarasin.

3. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:

Herr Dr. med. Bruno Bloch, Prof. der Dermatologie an der Universität, Mythenstrasse 23, Zürich 2, empfohlen durch Herrn Prof. Hescheler.

Herr Emil Engel, Sekundarlehrer, Blümlisalpstrasse 66, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Dr. Bretscher.

Herr stud. chem. Hans Staub, Turnerstrasse 6, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Prof. Winterstein.

Herr cand. chem. Hans Hürlimann, Brandschenkestrasse 160, Zürich 2, empfohlen durch Herrn Dr. Baumann-Naef.

Herr Berg-Ing. Dr. Moritz Wolff, Hotel Baur au Lac, Zürich 1, empfohlen durch Herrn D. Korda.

Herr Oberstlt. Fritz Schöllhorn, Bahnhofplatz 2, Zürich 1, empfohlen durch Herrn Prof. Bosshard.

4. Vortrag von Herrn Prof. Dr. Emil Baur:

Über Mineralsynthese. (Mit Lichtbildern.)

Inmitten der übrigen Naturwissenschaften nehmen Physik und Chemie eine Sonderentwickelung, die sie von der Naturhistorie weit entfernen. Erst spät kehren sie wieder in den Dienst der Naturhistorie zurück. Dies geschieht durch die physikalische Erd- und Weltbeschreibung und durch die chemische Synthese der Naturalien. Soweit sich dieselbe auf Mineralien bezieht, ist sie Mineralsynthese.

Der Vortragende wendet sich zunächst zu den synthetischen Edelsteinen, ein Gebiet, auf dem sich französische Forscher ausdauernd und erfolgreich betätigten. Seit 1900, bezw. 1910, werden nach einem Verfahren von A. Verneuil synthetische Rubine und Saphire hergestellt, die mit den natürlichen kristallographisch und chemisch vollständig identisch sind, wenn auch die natürlichen Steine durch ihre individuellen Fehler unter dem Mikroskop als solche erkannt und von den synthetischen Steinen unterschieden werden können.

Weniger erfolgreich waren die zahlreichen Bemühungen zur Herstellung des Diamants. Es ist wahrscheinlich, dass sich derselbe nur in sehr grossen Erdtiefen bildet bei extrem hohen Temperaturen und bei Drucken, die höher sind als diejenigen, die bei den stärksten Explosionen in Wirksamkeit treten. Vortragender führt aus, dass ein diamantführendes Magma explosionsfähig sein muss und dass damit wahrscheinlich das Vorkommen von Diamant in den röhrenförmigen vulkanischen Kratern Südafrikas zusammenhängt.

Vortragender geht nun über zu den Arbeiten des geophysikalischen Laboratoriums zu Washington. Dieses Institut ist eine Stiftung Carnegies und beschäftigt einen Stab von etwa zwanzig Gelehrten, die sich zur alleinigen Aufgabe gestellt haben, Probleme der Mineralsynthese und weiterhin der chemischen Geologie zu bearbeiten. Die Lehren der physikalischen Chemie, insbesondere die Phasenlehre, erlaubt heute, das ganze Thema planmässig zu behandeln. Aus der grossen Zahl der aus diesem Institut hervorgegangenen Mitteilungen erwähnt der Vortragende zunächst diejenigen, die sich auf die Kupfererzlager beziehen, insbesondere den Chemismus der sekundären Anreicherung. Noch viel wichtiger erscheinen aber diejenigen Untersuchungen, die sich auf die gesteinsbildenden Mineralien, vor allem die Silikate, beziehen, weil sie dazu berufen sind, die Vorgänge ans Licht zu ziehen, die bei der Entstehung der Gesteine in Wirksamkeit getreten sind.

Die hier zum Verständnis durchaus nötigen Gesetze des Eutektikums werden an der Erstarrungsfläche der Kalk-Ton-Kieselerde-Mischungen erläutert, die von den amerikanischen Forschern mit bewunderungswürdiger Genauigkeit und Vollständigkeit ermittelt worden sind. Anschliessend hieran führt der Vortragende Modelle der Erstarrungsflächen im System Magnesia-Kalk-Kieselerde und im System Diopsid-Plagioklas nach N. Bowen vor. Die letzteren geben Gelegenheit zu der die Petrographie viel beschäftigenden Frage der magmatischen Differenzierung Stellung zu nehmen.

Von grosser Bedeutung für die Chemie des Tiefenmagmas ist der Umstand, dass es auch flüchtige Stoffe enthält. Unter diesen nimmt das Wasser zweifellos die erste Stelle ein. Einer der Beweise, die wir für das Vorhandensein von Wasser im Magma haben, ist die Dampfentwickelung bei vulkanischen Eruptionen. Zwar ist von einem Genfer Privatgelehrten, Herrn A. Brun, vor einigen Jahren auf Grund zahlreicher Analysen vulkanischer Gase ernstlich bestritten worden, dass Wasser in grösseren Mengen vorhanden sei, allein eine Untersuchung von Day und Shepherd aus dem Jahre 1912 zeigte, dass hier ganz

bedeutende Schwierigkeiten der Probenahme zu überwinden sind. Die beiden Washingtoner Gelehrten arbeiteten während eines halben Jahres auf Hawai am Kratersee Kilauea und konnten nachweisen, dass bei richtiger Probenahme in dem der tätigen Lava entströmenden Gas grosse Mengen Wasser zu finden sind, so dass fürder kein Zweifel daran mehr möglich ist.

Diese Wasserführung ist nun namentlich für die Erstarrung des wichtigsten Tiefengesteines, des Granits, von Bedeutung, indem dessen Mineralien, wie auch diejenigen der kristallinen Schiefer und der Klüfte mit grossenteils vorzüglichem Erfolge auf „hydrothermalem“ Wege im Laboratorium hergestellt werden können. Unter hydrothermal versteht man: bei Gegenwart hochgespannten Wasserdampfes und bei Temperaturen bis zur Rotglut.

Vortragender und seine Mitarbeiter, P. Niggli und M. Schlaepfer, haben eine grössere Reihe solcher Mineralsynthesen ausgeführt, was zur Projektion mikroskopischer Original-Präparate Veranlassung gibt. Ausser Fajalit, Eisenkalkolivin und Eisenkalkaugit, werden Orthoklas, Albit, Oligoklas, Anorthit, sowie Quarz, Korund, Andalusit, Muskowit, ein Kalium-Nephelin und Aegirin gezeigt.

Auf die Frage nach der Mutterlauge des Granits erteilt der Vortragende unter Zuziehung von Ansichten von Ed. Süss und von Richthofen die Antwort, dass das Weltmeer diese Mutterlauge sei. Somit stellt das Salzgebirge, das beim Verdunsten eines Meeresbeckens zurückbleibt, die letzte Facies eines Ganggefolges vor, das mit den gabbrischen Facies des Granits beginnt.

Auch das Salzgebirge stellt der Mineralsynthese grosse Aufgaben, die in mustergiltiger Weise von Van't Hoff in seinen Arbeiten über die ozeanischen Salzablagerungen behandelt worden sind. Die verwickelten Paragenesen in den Kalisalzlagerstätten sind dadurch vollständig aufgeklärt worden, allerdings erst, nachdem man ganz neuerdings gelernt hat, die sekundären Veränderungen richtig zn würdigen, die bei der Verlagerung eines Salzstockes in grössere Erdtiefen Platz greifen. (Autoreferat.)

In der lebhaften Diskussion ergreift zuerst Herr Friedländer das Wort; über sein Votum sendet er folgendes Autoreferat:

Rubin. Wurde schon in den dreissiger Jahren des vorigen Jahrhunderts von Frémy dargestellt. Sein Verfahren ist insofern ganz abweichend, als verhältnismässig niedrige Temperaturen von 1500—1600 Grad angewandt werden; unter Zusatz von Borsäure und Fluoriden sublimiert dann die Tonerde, ohne zu schmelzen. Die Schmelztemperatur wird nicht annähernd erreicht. Ich wiederholte diese Versuche 1900 und erhielt sehr schön kristallisierte sechsseitige Täfelchen von etwa 1—2 mm Durchmesser. Die schönen Pariser Rubine, die 1900 in den Handel kamen, waren von einem Herrn Paquier hergestellt. Paquier gab seine Ofenkonstruktion nicht an; vermutlich war sie ähnlich der von Verneuil beschriebenen. Die Pariser Steine mit ihrer Streifenstruktur enthalten etwas Kalcium. In neueren Steinen ist die Streifenstruktur weniger sichtbar oder fehlt. Gänzlich fehlt die Streifenstruktur in den besten deutschen Steinen von Idar und von Bitterfeld, die kein Kalcium enthalten und die auch weniger Gasblasen zeigen. Trotz entgegenstehender Behauptungen der Fabrikanten scheint es aber noch nicht gelungen, grössere Steine ganz ohne Gasblasen herzustellen. Die künstlichen Rubine sind nicht spröde, die künstlichen Saphire gaben aber den Schleifern Anlass zum Klagen, wegen ihrer Sprödigkeit (wie ich in Ceylon hörte, wohin die künstlichen Edelsteine massenhaft roh geschickt wurden, um als echte Ceylonsteine mit dem bekannten Schliff zurückgesandt zu werden!).

Künstliche Diamanten stellte ich selbst 1895/96 her durch Auflösen von Kohlenstoff in Olivin. Die erhaltenen Kristalle waren dunkel gefärbt, sehr klein, konnten aber auf Härte, spezifisches Gewicht und Kristallform geprüft werden, und verschwanden bei heller Rotglut im Sauerstoffstrome, nicht aber in indifferenten Gasen. Zur Analyse reichte das Material nicht aus. In Schwefelsäure und Flussäure etc. waren sie unlöslich. Man hätte zweifelhaft sein können, wenn nicht bald die Bestätigung von anderer Seite gekommen wäre. Hasslinger stellte auch in Silikaten Diamanten her, die aber farblos und grösser ausfielen und bei deren Verbrennung qualitativ Kohlensäure nachgewiesen wurde.

David (Sydney) fand in einem Andesit des östlichen Australiens grosse unzweifelhafte Diamanten. Sowohl bei meinen und Hasslingers Versuchen, als auch bei der Andesitlava ist die Wirkung eines grossen Drucks ausgeschlossen. Es scheint, dass die Annahmen über das Existenzgebiet von Diamant und Graphit, wenigstens für die Bildung in Silikaten nicht zutreffen.

Die Frage nach dem Wassergehalt der vulkanischen Gase ist mir als Vulkanologen gut bekannt. Ich war mehrfach und monatelang am Kilauea, und habe daher auch über die Experimente der amerikanischen Forscher ein gewisses Urteil. Die Gase, die Wasser enthielten, wurden nicht aus dem Hauptschlot des Vulkans, sondern, wie aus der gegebenen Abbildung ersichtlich ist, aus einem sogenannten Spratzkegel entnommen. Nun bilden sich aber Spratzkegel gerade da mit Vorliebe, wo Untergrundwässer zur Lava Zutritt haben. Dies könnte auch in diesem Fall vorgekommen sein. Also sind die Resultate von Day und Shepherd nicht unbedingt beweisend gegen Brun. Beweisend aber dürfte die von mir und andern oft bei ruhigem Wetter beobachtete und von meinem Bruder photographierte Vulkanwolke sein, die sich in einiger Höhe über dem Feuersee bildet, und an deren Unterseite man deutlich das Wachsen durch Kondensation beobachten kann, während man gleichzeitig sieht, wie sich die Wolke an ihrer oberen Seite in der Atmosphäre wieder auflöst. Diese Wolke, die aus dem See aufsteigt, kann nur Wasserdampf sein.

Brun behauptet, dass die Vulkangase im Stadium des Paroxysmus immer wasserfrei seien; aber weder er noch andere haben bisher den Gasen eines paroxysmalen Ausbruchs Proben zur Analyse entnehmen können. Am nächsten sind dieser Aufgabe Day und Shepherd gekommen, aber auch sie haben es nicht fertig gebracht.

Experimentell entscheidend dürften die Laboratoriumsversuche des kürzlich verstorbenen Prof. Hempel in Dresden und seines Schülers Zünckel sein, denen es gelang, in einem von Hempel konstruierten Ofen Wasser und vulkanisches Glas zu einem echten Obsidian zusammenzuschmelzen. Beim Undichtwerden des Ofens erhielten sie in mehreren Fällen Bimstein.

Herr Korda teilt mit, dass Moissan wahrscheinlich Siliciumkarbide vor sich hatte und keine Diamanten. Dr. Arnold Heim betont, dass man im Laboratorium überhaupt noch kein einwandfrei juveniles Wasser hatte, wohl aber in den Wolken. Prof. Leo Wehrli erläutert zu der für die Uhrenmacherei und die Leihhäuser wichtigen Frage der Unterscheidung natürlicher und künstlicher Rubine, dass nach seinen Untersuchungen bei $^3/_4$ der Steinchen bei den künstlichen Luftbläschen, bei den natürlichen Rutilnadeln eingeschlossen waren, die übrigen ganz reinen sind nicht bestimmt, aber wahrscheinlicher künstlich. Prof. Heim macht darauf aufmerksam, wie man noch vor 30 Jahren das Meerwasser als das primäre ansah, jetzt umgekehrt das Magma. Die Fumarolen des Ätna ergaben bei 2000° trockne Dämpfe, erst bei 300° solche

mit viel Wasserdampf. Prof. Grubenmann hebt die Bedeutung der Mineralsynthese für die Wissenschaft hervor und besonders die Verdienste des Vortragenden, der als einer der ersten auf diesem Wege an die Erforschung der Entstehung der Tiefengesteine herangetreten ist und schon vor 14 Jahren Wichtiges darüber publiziert hat. Prof. Bosshard spricht dem Vortragenden den herzlichen Dank der Gesellschaft aus und verdankt Herrn Prof. Hescheler die Überlassung des Hörsaales und seiner schönen Projektionsapparate.

Protokoll der Sitzung vom 29. Januar 1917

abends 8 Uhr, im grossen zoologischen Hörsaal der Universität.

Vorsitzender: Prof. Dr. E. Bosshard. Anwesend 160 Personen.

1. Die Gesellschaft hat durch den Tod verloren am 22. Januar 1917: Hrn. Prof. Dr. Max Standfuss, dessen grundlegende, langjährige, erfolgreiche Forschungen auf dem Gebiet der experimentellen Vererbungslehre, speziell der Schmetterlinge, allgemein bekannt sind, Mitglied unserer Gesellschaft seit 1889, deren Präsident 1908–10. Die Anwesenden erheben sich zu Ehren des Verstorbenen.

2. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter Verdankung an die Autoreferenten und den Sekretär.

3. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:

Herr Dr. Rudolf Fueter, Prof. Math. an der Universität, Gladbachstr. 56, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. Rudio.

Herr Dr. Mieczyslaw Wolfke, Priv.-Doz. der Physik an beiden Hochschulen, Hochstrasse 15, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Ingenieur P. K. Täuber.

Herr Karl Beck, dipl. Fachlehrer der Physik, Hegibachstrasse 75, Zürich 7, empfohlen durch die Herren Prof. Weiss und Prof. Rikli.

4. Vortrag des Herrn Dr. Arnold Heim:

Neue Fortschritte in der Geologie der Schweizeralpen.

Mit Lichtbildern.

Zu Beginn dieses Jahrhunderts hat die im Jahr 1884 durch Marcel Bertrand begründete Deckenlehre der Alpen unter dem Einfluss der klassischen Arbeiten von Schardt und Lugeon ihren beispiellosen Siegeszug in der geologischen Wissenschaft angetreten. Zahlreiche Neuuntersuchungen wurden angeregt. Trotz der geringen finanziellen Mittel hat die schweizerische geologische Kommission in den letzten zehn Jahren ausser zahlreichen Textbänden etwa 20 neue geologische Spezialkarten mit Profiltafeln, die meisten in 1 : 50000 und 1 : 25000 veröffentlicht, die zu den besten aller Länder gehören. Damit ist die Deckenlehre nicht nur bestätigt, sondern in kaum geahnter Weise erweitert worden. Aus liegenden Falten und Bruchschollen sind unter dem fortdauernden Horizontalschub der Erdrinde, in der Tertiärzeit riesige Gebirgsmassen von über 100 km Breite und vielen hundert km Länge übereinander geschoben worden. Faltenüberschiebungen mit verkehrten Mittelschenkeln (penninische Decken im Wallis) und Bruchschollen (Oberostalpine Decken) sind prinzipiell nicht verschieden, nur der Ausdruck verschiedener Plastizität der Gesteine und der Tiefe der Bewegungen.

Zur allgemeinen Orientierung zeichnete der Vortragende zuerst ein schematisches Profil durch die Schweizeralpen. Südlich des Aare- und Mont-Blanc-Massives wurzelt das System der helvetischen Decken (vorwiegend Meso-

zoikum ohne Grundgebirge), dann folgen südlich die von Argand meisterhaft untersuchten penninischen Decken (vorwiegend Gneiss und Bündnerschiefer), dann die ostalpinen Decken (vorwiegend kristalline Gesteine und ostalpine Trias). Die vier unterostalpinen Decken Bündens (Err-Sella, Bernina, Languard, Campo) wurzeln nach R. Staub in der Zone von Bellinzona, während sich die grösste Decke von allen, die 140 km überschobene Silvrettadecke, direkt in den Dinariden (= insubrische Zone) fortsetzt. Ein Stein des Anstosses in der Verfolgung der Wurzeln war das Granitmassiv der Disgrazia, das jetzt als tertiäre Intrusion nach vollendeter Deckenüberschiebung erkannt ist. Dann erklärte der Vortragende die aufgehängten farbigen Profiltafeln, die ihm grösstenteils von Herrn Prof. Schardt in freundlicher Weise zur Benützung überlassen wurden, referierte kurz über die wichtigste neueste tektonische Literatur (Argand, Arbenz, Cornelius, Lugeon, Spitz und Dyhrenfurt, R. Staub, Trümpy, Zyndel u. a.) und verwies auf die mitgebrachte Sammlung der neuen geologischen Spezialkarten und Profiltafeln, die zum Teil erst im Erscheinen begriffen sind. Eine Reihe von Lichtbildern, die teilweise den Herren Prof. Heim und Arbenz verdankt wurden, vermittelten die Vorstellung von schwimmenden Gebirgsmassen (Walensee, Glarneralpen, Mythen, Matterhorn-Dt. Blanche).

Im zweiten Teil des Vortrages wurden zunächst verschiedene Formen aus den unendlich mannigfaltig gegliederten Schubdecken herausgegriffen und dafür jeweilen Beispiele angeführt: Faltung des oberen Teiles von Decken (Säntis), der Auflagerungsfläche, Rückstülpungen der Stirn nach oben oder unten an vorgelagerten Widerständen, wurzellose Fächerstruktur, Rückfaltung und Ausquetschung der Wurzeln durch Unterschiebung nach der Hauptverfrachtung, Axenwellen in der Längsrichtung der Alpen, Verbreitung von Querfalten, und dem Gegenteil hiervon, den Längszerreissungen am nördlichen Alpenrand etc. Eine Schubmasse kann aktiv oder passiv verfrachtet und deformiert sein. Aktiv ist sie, wenn ihr Vordringen durch den Schub von ihrer eigenen Wurzel her erzeugt ist, passiv, wenn sie von anderen tektonischen Elementen mitergriffen wird. Dabei sind zu unterscheiden Deckenfetzen, die durch die höhere Decke an der Unterlage abgerissen und vor sich her geschoben wurden (Pléyades, Wageten, Fli, Falknis) und solche, die als Erosionsrelikte auf dem Rücken der tieferen Decke verschleppt wurden (Préalpes médianes nach Argand 1916). Viele Decken sind zuerst aktiv, dann passiv, kleinere Fetzen oft überhaupt nur passiv zu Decken verschleppt worden. In den Ostalpen sind ausserdem ganze Deckensysteme gleich schichtförmigen Ablagerungen sekundär miteinander verfaltet (Rhätikon, Engadin). Von besonderer Wichtigkeit sind die Erscheinungen der Decken-Einwickelung, wie sie von Lugeon in der Gegend der Diablerets erkannt wurde. Die grossartigste der heute anerkannten Einwickelungen mit über 35 km Ausmass ist wohl diejenige des Wildflysches unter dem Glarner Verrucano. Ausgedehnte Einwickelungen werden aber auch von Trümpy und Staub im ostalpinen Deckensystem angenommen (Rhätikon, Unterengadin). Dabei können wir zweierlei Arten unterscheiden. In den genannten Fällen haben die tieferen Decken (mit nördlicheren Wurzeln) die auflagernden überholt. Die höhere Decke kann sich aber auch in die tiefere hineingedrückt haben (Mischabel).

Sehr fruchtbar hat sich für die Tektonik das Studium des Faciszusammenhanges erwiesen. (Facies = primäre Eigenschaften eines Sedimentgesteins). Wenn wir heute z. B. rotes Kieselgestein aus Radiolarien der Tiefsee nahe beisammen mit Korallenkalk oder Strandgeröllen des gleichen

Alters finden, so können diese nach dem Gesetz von der Korrelation der Facies ursprünglich nicht nahe beisammen abgelagert worden sein. Auf diese Weise können wir Fernüberschiebungen auch dort nachweisen, wo die Überschiebungskontakte nicht aufgeschlossen sind, ja die früher rätselhafte Faciesunordnung hätte mit der Zeit zur Deckenlehre führen müssen, selbst wenn alle Überschiebungskontakte unter Schutt verdeckt wären. Schon vor mehr als 50 Jahren waren die „exotischen" Gesteine der Mythen und anderer damals als „Klippen" bezeichneter Berge ein Rätsel, und das Rätsel wurde noch grösser mit dem Nachweis, dass diese wie Zuckerstöcke den helvetischen Falten obenaufsitzen. Heute wissen wir aus der Untersuchung von R. Staub, dass die Wurzel der „Klippen" in der Zone von Bellinzona liegt. Eines der grossartigsten Beispiele bietet unsere Landesgrenze gegen Liechtenstein, wo sichtbar drei mächtige und zwei verquetschte Schichtserien übereinander liegen, von denen jede von der andern faciell verschieden ist. Da die Linien gleicher Facies, die Isopen, in den nördlichen Schweizeralpen dem Alpenstreichen parallel verlaufen, würde die Annahme eines Schubes aus Osten noch viel grössere Fernschübe voraussetzen als von Süden. Nachdem nun die Wurzeln der ostalpinen Decken festgestellt sind, fällt ohnehin die Annahme eines deckenbildenden Ostschubes dahin. Besonders schön lässt sich innerhalb der helvetischen Decken der östlichen Schweizeralpen Schritt für Schritt nachweisen, dass das Ordnen der verstellten Facies gleichbedeutend ist mit der Rückversetzung des Gebirges auf die Südseite des Aarmassives. Die autochthone Kreide hat nämlich den nördlichsten Faciestypus, der dem Juragebirge am nächsten steht, dann folgt die Kreide der unteren, dann diejenige der oberen helvetischen Decken, zuletzt der tiefseeische Typus Alvier-Fläscherberg, genau wie es der Deckenlehre entspricht.

Aus der Abwickelung der Decken erhalten wir unter Berücksichtigung der Schichtverquetschungen das Mass des Horizontalschubes. So wurde der Zusammenschub für die helvetischen Decken der östlichen Schweizeralpen auf etwa 70 km bestimmt. Für die ganzen Schweizeralpen mag er im Mittel auf ungefähr 300 km geschätzt werden. Der Erdumfang ist also durch die Alpenfaltung um ½ bis 1% kleiner geworden. Die Deckfaltenbildung hat sich vornehmlich südlich der autochthonen Zentralmassive in der penninischen Zone von ursprünglich etwa 200 km Breite abgespielt, die von der hercynischen Gebirgsbildung (vortriasische Faltung) nicht oder nur schwach ergriffen worden war, während das durch alte Aufrichtung der Gneisse charakterisierte, versteifte herzynische Gebirgssystem des Nordens wie des Südens gewissermassen die Backen eines Schraubstockes bildete, zwischen denen die noch weniger versteifte Erdrinde in Form der Decken ausgepresst wurde. Diese haben den alten Gebirgsrand um 40 km nördlich überbordet. Die tiefe Wanne südlich der autochthonen Massive aber, in der die penninischen Decken übereinander fluteten, ist noch als Synklinale durch die ganzen Schweizeralpen und darüber hinaus erhalten geblieben. Auf ihr liegt die oberste kristalline Masse der Silvretta. Sie gehört zum südlichen hercynischen Gebirge, das in den Ostalpen bis über den nördlichen Schraubstock-Backen hinweggeglitten ist.

Dass die Deckenbildung durch Kontraktion der Erdrinde erzeugt ist, steht für alle schweizerischen Alpentektoniker ausser Frage, und die klassische Theorie von der Abkühlung und dem Kleinerwerden des Erdinnern ist trotz vieler Einwände noch heute die beste Erklärung für die gewaltige Schrumpfung der Erdrinde.

Es gibt heute noch Geologen, welche die Deckenlehre in Abrede stellen, einerseits, weil sie mit der Natur selbst zu wenig vertraut sind, anderseits, weil ihnen die Deckenbildung „mechanisch unmöglich“ vorkommt. Gibt es aber nicht noch viele andere Erscheinungen, wie z. B. die elektrische Kraftübertragung, die uns im Grunde genommen mechanisch unverständlich sind? Heute ist die Existenz riesiger überschobener Gebirgsmassen eine Tatsache, vor der wir uns beugen müssen. (Autoreferat.)

In der Diskussion betont Herr Prof. Früh die Freude der Zuhörer an der meisterhaften Darstellung der Gebirgsbildung der Schweizeralpen; ein ausgezeichneter Lehrer, wer so darstellen kann. Im weiteren gibt er eine kurze Geschichte der Alpengeologie, deren Wegweiser, Albert Heims Mechanismus der Gebirgsbildung, auch derjenige für die Druckprobleme der ganzen Erde geworden ist.

Der Vorsitzende verdankt Herrn Prof. Hescheler aufs beste die Überlassung des Saales, sowie Herrn Dr. Küpfer die Besorgung des Projektionsapparates und besonders herzlich dem Vortragenden die ausgezeichneten Ausführungen.

Protokoll der Sitzung vom 12. Februar 1917
abends 8 Uhr, auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Prof. Dr. E. Bosshard. Anwesend 108 Personen.

1. Die Gesellschaft hat durch den Tod verloren: am 3. Februar Herrn Oberst Ulrich Meister, der stets ein reges Interesse für alle Wissenschaften bekundete; am 12. Februar Herrn Prof. Dr. Emanuel Josef Constam, Mitglied seit 1881, der die schweizerische Anstalt zur Prüfung von Brennstoffen zu internationaler Bedeutung erhoben hat. Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Verstorbenen.

2. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär.

3. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:

Herr Dr. Werner Ruckstuhl, Chemiker, Englischviertelstr. 57, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Dr. E. Waser.

Herr Edmund Gams, Maschinen-Ingenieur, Seegartenstr. 2, Zürich 8, empfohlen durch Herrn Hellmuth Gams.

Herr Dr. Otto Schüepp, Botaniker, Baselstr. 119, Allschwil bei Basel, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. H. Schinz.

4. Vortrag des Herrn Prof. Dr. med. vet. Walter Frei:

Die Desinfektion in Wissenschaft und Praxis.

Die grosse Zahl, das Vorkommen in allen möglichen Gegenständen der Umgebung des Menschen und der Tiere, die leichte Übertragbarkeit der pathogenen Mikroorganismen rufen das Bedürfnis nach Desinfektionsmitteln wach. Desinfektion bedeutet Zelltötung. Die Kenntnis der Lebens- und Absterbebedingungen der Bakterien bildet die Grundlagen der Desinfektionslehre. Die Untersuchung des Absterbens dieser Zellen ist mit der Erforschung ihres Lebens eng verknüpft. Die Desinfektionswissenschaft ist somit ein Zweig der Biologie.

Wie alle Lebewesen beanspruchen auch die Bakterien gewisse Optima der Temperatur, der Belichtung, des Wassergehaltes des Nährbodens und der sonstigen chemischen qualitativen und quantitativen Zusammensetzung des-

selben. Über- und Unterschreitungen dieser optimalen Zonen bedingen deshalb Unmöglichkeit des Wachstums, Schädigung oder Tod der Zellen. Solcher Extravaganzen bedient sich denn auch vielfach die Desinfektionspraxis, indem z. B. die Hitze, die Lichtstrahlen, die Trocknung als physikalische, gewisse Substanzen als chemische Desinfektionsmittel allgemein im Gebrauch sind. Die chemische Desinfektion, auf die näher eingegangen wird, ist eine Zellvergiftung im eigentlichen Sinne. Insofern ist die Desinfektionslehre ein Zweig der Toxikologie. Die Geschwindigkeit der Zelltötung, die Desinfektionsgeschwindigkeit, nach der ein Desinfiziens hauptsächlich beurteilt wird, ist abhängig von den Eigenschaften aller Beteiligten: des Desinfektionsmittels, der Bakterien und des Mediums.

1. Abhängigkeit der Desinfektionsreaktion von den Eigenschaften des Desinfektionsmittels. Die Desinfektionskraft ist von Substanz zu Substanz verschieden zunächst entsprechend der chemischen Natur derselben. Unter den Körpern der anorganischen Chemie findet sich eine Reihe bekannter Mittel: Elemente, Elektrolyte (Säuren, Basen und Salze) und Oxydationsmittel. Unter den organischen Verbindungen sind besonders viele Beziehungen zwischen der chemischen Konstitution und der Desinfektionskraft entdeckt worden. Gewisse hiebei gefundene Gesetze erlauben zum Teil aus dem chemischen Aufbau einer Substanz einen Schluss auf ihr Desinfektionsvermögen zu ziehen. Nicht minder bedeutungsvoll sind die Zusammenhänge zwischen der Desinfektionsgeschwindigkeit und einigen physikalisch-chemischen Eigenschaften der Zellgifte, der Löslichkeit der Adsorptionsfähigkeit und damit im Zusammenhang ihrer Oberflächenaktivität. Phenol und Kresole werden von gewissen Bakterien nach Massgabe ihrer Löslichkeit in den Zellen und im Medium aufgenommen (Verteilungssatz). Herabsetzung der Löslichkeit im Medium z. B. bedeutet Verschiebung des Verteilungskoeffizienten zugunsten der Bakterien, wodurch die tötliche Dosis pro Zelle schneller bezw. wahrscheinlicher erreicht, die Zelle also rascher getötet wird. Eine ganze Gruppe wichtiger Desinfektionsmittel ist nun in Wasser schlecht löslich: die Kresole. Um sie mit Wasser mischbar zu machen, werden sie mit Seifen versetzt. Die Kresolseifen (Lysol, Kreolin etc.) bilden in Wasser keine echten Lösungen, sondern Emulsionen, in denen die Kresole aus den Seifentröpfchen in die Bakterien diffundieren. Durch Salze wird die Desinfektionskraft der Kresolseifenlösungen verstärkt, weil der Verteilungskoeffizient der im Medium gelösten Kresole zugunsten der Bakterien verschoben wird. Eine Reihe anderer Desinfektionsmittel wird von den Bakterien nach den Adsorptionsgesetzen aufgenommen. Da mit der Adsorption an eine Oberfläche eine Erniedrigung der Oberflächenspannung Hand in Hand geht, können Beziehungen zwischen Oberflächenspannung der Lösungen der Gifte und ihrer Giftigkeit nicht überraschen (Alkohole, isomere Kresole).

2. Abhängigkeit der Desinfektionsreaktion von den Eigenschaften der Bakterien. Die Empfindlichkeit der Bakterien ist verschieden nach Art, Varietät, Alter, vegetativer Form oder Sporen. Allen gemeinsam ist die enorme Kleinheit, wodurch die Oberfläche verhältnismässig ungeheuer gross ist. Dies begünstigt natürlich die Anreicherung von Giften in einer gewissen Menge an dieser Oberfläche. Zusammenklumpung schützt deshalb.

3. Bedeutung des Mediums für die Desinfektionsreaktion. Das Medium ist das Suspensionsmittel für die Bakterien, das Suspensions- und Lösungsmittel und der Diffusionsweg für die Gifte und der Träger dritter Substanzen, die in der Praxis nie fehlen und die Desinfektion weitgehend beeinflussen.

Das Medium spielt also bei den Abtötungsprozessen eine wichtige Rolle. Die dritten Substanzen können die Desinfektion beeinflussen durch Wirkung auf die Bakterien (Schädigung, Sensibilisierung, Schutz) auf das Medium (Lösungsvermögen, Oberflächenspannung, Viskosität) oder auf das Desinfektionsmittel (chemische Bindung, Adsorption, Dissoziation). Ein besonderer Fall ist der, wobei die dritte Substanz selbst ein Desinfiziens ist, wir es also mit einer Kombination von Desinfektionsmitteln zu tun haben. Hierbei kann gegenseitige Indifferenz (wenigstens dem praktischen Effekt nach), gegenseitige Verstärkung und gegenseitige Abschwächung beobachtet werden.

Der Desinfektionsprozess lässt sich in folgende Einzelkomponenten zerlegen: Zudiffusion des Giftes zu den Bakterien, Adsorption an der Bakterienoberfläche, Eindringen in das Zellinnere, eventuell unter Lösung, Adsorption oder chemische Bindung in bezw. an Zellbestandteilen, Destruktion des Protoplasmas. Quantitativ können wir die erstgenannten Prozesse verfolgen. Der Mechanismus der Zelltötung ist uns verschlossen.

Nach dem Gesagten ergeben sich die Anforderungen an neue Desinfektionsmittel und die Gesichtspunkte, nach welchen solche herzustellen sind, von selbst.

Ein besonders schwieriges Problem ist die Abtötung von Keimen in einem lebendigen Tier, die innere Desinfektion oder Chemotherapie. Hier soll das Gift möglichst giftig für die Bakterien und möglichst ungiftig für die Körperzellen sein. Es soll mit den Schutzsubstanzen des Organismus eine wirksame Kombination ergeben, diese wenigstens nicht schädigen, ebensowenig wie die andern natürlichen Abwehrvorrichtungen des Körpers, die es womöglich stimulieren soll. Alle diese Postulate werden nur von wenigen Substanzen realisiert. (Autoreferat.)

Der Vorsitzende beglückwünscht den Vortragenden zu den erfolgreichen Versuchen, die in seinem Laboratorium über die Desinfektion gemacht werden. Prof. Silberschmidt berichtet, dass die chemischen Desinfektionsmittel eigentlich meist die gehegten Erwartungen nicht erfüllen, die physikalischen wirken rascher wie z. B. der gespannte Wasserdampf. Dr. Wolfke frägt, ob Versuche mit ultravioletten Strahlen gemacht worden seien, was Prof. Silberschmidt bejaht. Prof. Staudinger bemerkt, dass auf Bakterien zielende, Säugetiere nicht schädigende Substanzen gefunden werden sollten, da Ehrlich so bedeutende Substanzen gegen andere niedere Tiere gefunden hat. Prof. Frei antwortet, dass diese noch nicht gefunden sind. Prof. Silberschmidt betont, dass Spirochaeten viel weniger widerstandsfähig sind als Bakterien. Der Vorsitzende dankt dem Vortragenden bestens für seine anregenden Ausführungen.

Protokoll der Sitzung vom 26. Februar 1917

abends 8 Uhr, auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Prof. Dr. E. Bosshard. Anwesend 65 Personen.

1. Die Gesellschaft hat durch den Tod verloren am 25. Februar 1917 Herrn Prof. Dr. phil., Dr. med. h. c. Karl Hartwich, Vorstand der Pharmazeutischen Abteilung der Eidg. Technischen Hochschule, der auf dem Gebiet der Pharmakognosie einen weiten Ruf geniesst. Die Anwesenden erheben sich zu Ehren des Verstorbenen.

2. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär.

3. Als neues Mitglied wird aufgenommen:

Herr Emil Brinkmann, Ingenieur, Rigistrasse 9, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Prof. Zietzschmann.

4. Vortrag des Herrn Privatdozenten Dr. med. Jean Stähli:

Vom Ohr ausgelöste Augenbewegungen.

Allbekannt sind jene „vom Ohr" ausgelösten Augenbewegungen, die wir tagtäglich z. B. im modernen Grosstadtgetriebe auszuführen gezwungen sind, wo uns fortwährend die verschiedensten akustischen Signale veranlassen, bald da bald dorthin zu blicken. Unter vom Ohr ausgelösten Augenbewegungen oder kurzweg Ohr-Augenbewegungen versteht man indes in der modernen Medizin etwas ganz anderes. Zum Verständnis dieser Ohr-Augenbewegungen hat man sich an folgende Tatsachen zu erinnern: Zum äusseren Ohr, der sichtbaren Ohrmuschel, gehört ein „inneres Ohr". An diesem inneren Ohr, dem Labyrinth der Alten, unterscheidet man folgende Hauptteile: 1. Schnecke, 2. Vorhof oder Vestibulum, 3. Bogengangapparat, ein System von drei, verschiedenen Ebenen angehörenden, bogigen Kanälen. Man weiss nun heute, dass die Schnecke der eigentliche Hörapparat ist; der Vorhof-Bogengangapparat (V. B.) aber dient, wie wir seit den Untersuchungen von Goltz, Mach, Breuer, Ewald u. a. wissen, hauptsächlich der Erhaltung des Gleichgewichts und der Orientierung im Raum. Hier betrachten wir nur eine Gruppe von Erscheinungen, die vom V. B. ausgehen und die auch im Dienste der Orientierung im Raum stehen: Die Beeinflussung von Augenstellung und -bewegung durch den V. B.

Diese letztere scheint im ganzen Tierreich vorzukommen; man hat sie auch bei Wirbellosen beobachtet und zum Teil, z. B. bei den Krebsen, schon sehr genau studiert. Bei einer ersten Gruppe von Tieren wird Augenstellung und -bewegung ganz oder doch vorwiegend vom Ohr aus reguliert; bei einer zweiten Gruppe von Lebewesen (höhere Tiere und Mensch) werden die **Ohr**-Augenbewegungen für gewöhnlich gewissermassen überlagert durch **Hirn**-Augenbewegungen, die vom Hirn auf optische, akustische etc. Reize hin erfolgen.

Die Ohr-Augenbewegungen manifestieren sich in folgender Weise: Jeder Augenmuskel jedes Auges steht ganz beständig unter dem Einfluss je beider Labyrinthe, wird von ihnen in einem bestimmten Spannungszustande gehalten. Dabei wirkt z. B. der linke V. B. muskelspannend auf den rechten Seitenwender eines Auges, nicht aber auf den linken Seitenwender des gleichen Auges; umgekehrt wirkt der rechte V. B. muskelspannend auf den linken Seitenwender, nicht auf den rechten. Die beiden antagonistischen Muskeln werden sich also das Gleichgewicht halten, solange beide Labyrinthe mit gleicher Kraft muskelspannend wirken; es muss aber eine Augenbewegung eintreten, sobald dieses Gleichgewicht des Labyrinthtonus irgendwie gestört wird. Gleichgewichtstörend, Augenbewegungen auslösend, wirken nun eine ganze Reihe von Reizen: Drehreize, thermische, elektrische usw. Reize. Dreht sich ein Mensch zehn und mehr Male rasch um die eigene Körperaxe, so wird er von Schwindelgefühl befallen und seine Augen geraten in pendelnde Hin- und Herbewegungen. Derartige rhythmische, pendelnde Augenbewegungen hat man nun schon lange bei gewissen Krankheiten beobachtet und hat sie hier Nystagmus (N.) genannt. Man nennt nun auch diese durch Drehung des Körpers ausgelösten Ohr-Augenbewegungen Nystagmus und spricht im besonderen von Dreh-N. Durch Rotation wird aber N. nicht erst nach dem Drehen ausgelöst, sondern auch schon während

des Drehens tritt N. auf; den während des Drehens zu beobachtenden N. nennt man primären Dreh-N., den nach der Drehung auftretenden Nach-N. Die einzelnen Zuckungen sind bei beiden N.-Arten nicht gleichwertig; meist kann man zwei Arten von Zuckungen unterscheiden, nämlich langsame und schnelle; sie folgen sich alternierend, so dass alle langsamen Zuckungen nach einer Richtung „schlagen“ und ebenso alle schnellen nach einer Richtung; jeder N. beginnt mit einer langsamen Zuckung. Beim primären Dreh-N. erfolgt die schnelle Zuckung (nach der man den N. benennt, weil sie die augenfälligere ist) in der Drehrichtung, beim Nach-N. in der Gegenrichtung. Bei Rotation von Individuen mit mangelhaft funktionierendem oder entwickeltem Gehirn tritt nur die langsame Zuckung auf, woraus man schliesst, dass nur diese vom V. B. ausgelöst sei, die schnelle Zuckung dagegen vom Hirn. Schon Drehungen des Körpers (Kopfes) um wenige Grade lösen typische Gegendrehung der Augen aus (beim Menschen freilich erst, wenn man die Hirn-Augenbewegungen durch bestimmte Massnahmen eliminiert); diese können kompensatorische Augenbewegungen genannt werden, da nämlich — bis zu einem gewissen Punkte — die Drehwinkel der Kopf- der Augenbewegung gleich sind, so dass die Augen auch während der Kopfdrehung zunächst noch auf den nämlichen Gegenstand im umgebenden Raum gerichtet bleiben, auf den sie vorher gerichtet waren. Hieraus ergibt sich die physiologische Bedeutung der Ohr-Augenbewegungen. Eine Verschiebung der Gesichtslinie erfährt das Lebewesen momentan, quasi reflektorisch, ob diese ihren Ursprung verdankt einer Bewegung des eigenen Kopfes oder aber einer Bewegung der körperlichen Umwelt; im ersten Falle bleiben die Augen noch eine Zeitlang auf den Punkt im Raume gerichtet, auf den sie schon vorher gerichtet waren, im zweiten aber werden sie momentan von dem bislang betrachteten Punkte abgezogen.

Thermischer N. tritt auf, wenn man überkörperwarmes Wasser (oder Luft) in den äusseren Gehörgang einspritzt; bei der Einspritzung von unterkörperwarmem Wasser tritt N. nach der Gegenseite auf. Leitet man einen galvanischen Strom durch den Kopf eines Versuchstieres, so tritt „elektrischer N.“ auf. Verdichtung, bezw. Verdünnung der Luft im äusseren Gehörgang bewirkt „compressorischen N“.

Es werden die Theorien des otogenen N. und die Frage nach der Wertigkeit der einzelnen Teile des V. B. für die verschiedenen Arten der Ohr-Augenbewegungen gestreift.

Bedeutung der Ohr-Augenbewegungen für die praktische Medizin: Die Ohrenärzte prüfen auf Dreh- und kalorischen N., um festzustellen, ob der V. B. ihrer Klienten normal funktioniert; wird ein Labyrinth akut zerstört, so tritt plötzlich N. auf. Auch die Neurologen benutzen die Vestibularreaktionen sehr ausgiebig. Augenärztliche Probleme: Ohrreize spielen wahrscheinlich eine Rolle beim Zustandekommen des „Augenzitterns der Bergleute“ (Nystagmus minorum), das vielfach die Arbeiter der Kohlengruben für längere Zeit arbeitsunfähig macht und daher beträchtliche wirtschaftliche Bedeutung besitzt. Heilung ist möglich, wenn die Leute die Grube verlassen; kehren sie später dahin zurück, so kehrt vielfach auch das Augenzittern wieder. Auch beim Zustandekommen des „Blinden-N.“, merkwürdig gleitenden und rollenden Augenbewegungen bei Blinden, welche die Blinden selbt nicht empfinden und die sie auch nicht willkührlich ausführen oder unterdrücken können, spielen wohl Ohrreize zum Teil eine Rolle. Endlich gibt es auch unter den Sehenden

nicht wenige Nystagmiker. Vielleicht kommen auch beim Zustandekommen gewisser Formen des Schielens Ohreinflüsse in Betracht. (Autoreferat.)

Die Diskussion wird von Herrn Prof. Haab benützt. Der Vorsitzende spricht dem Vortragenden für seine schönen Darlegungen den besten Dank der Gesellschaft aus.

Bericht des Quästors
über die
Rechnung der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich
für das Jahr 1916.

A. Betriebsrechnung.

Einnahmen:

Mitgliederbeiträge	Fr.	7,382. —
Neujahrsblätter	„	457. 65
Vierteljahrsschrift	„	168. —
Geschenke	„	20. —
Beiträge von Behörden und Gesellschaften	„	2,700. —
Zinsen	„	4,237. 25
Diverse	„	—. —
	Fr.	14,964. 90

Ausgaben:

Bücher	Fr.	159. —
Neujahrsblatt	„	1,625. 39
Vierteljahrsschrift	„	10,466. 72
Kataloge	„	30. 80
Miete	„	60. —
Personalausgaben	„	963. 90
Verwaltung	„	1,565. 64
Diverse	„	509. 75
	Fr.	15,381. 20

Abschluss.

Total der Einnahmen	Fr.	14,964. 90
Total der Ausgaben	„	15,381. 20
Rückschlag der Betriebsrechnung	Fr.	416. 30

B. Kapitalrechnung.

Einnahmen.

Saldo letzter Rechnung	Fr.	10,563. 86
Zinsen	„	692. 65
Übertrag von Stammgutrechnung	„	3,544. 60
Schenkungen und Legate	„	—. —
	Fr.	14,801. 11

Ausgaben.

Übertrag auf Betriebsrechnung (Zinsen)	Fr.	4,237. 25
Saldo der Betriebsrechnung	„	416. 30
	Fr.	4,653. 55

Abschluss.

Total der Einnahmen	Fr. 14,801. 11
Total der Ausgaben	„ 4,653. 55
Saldo der Kapitalrechnung	Fr. 10,147. 56

C. Stammgutrechnung.

Einnahmen.

Saldo letzter Rechnung	Fr. 70,000. —
Zinsen	„ 3,544. 60
	Fr. 73,544. 60

Ausgaben.

Übertrag auf Kapitalrechnung	Fr. 3,544. 60

Abschluss.

Total der Einnahmen	Fr. 73,544. 60
Total der Ausgaben	„ 3,544. 60
Saldo der Stammgutrechnung	Fr. 70,000. —

Vermögen der Gesellschaft.

1. Anlagen und Barschaft.

Saldo der Stammgutrechnung (unantastbar)	Fr. 70,000. —
Saldo der Kapitalrechnung (disponibel)	„ 10,147. 56
	Fr. 80,147. 56

2. Erratische Blöcke.

a) Erratischer Block, Speerfindling, in Ringwil-Hinwil, erworben um Fr. 29.— laut Kaufbrief vom 5. Juni 1872.

b) Erratischer Block, Sernifit, Rötelstein genannt, beim Hof Rotenfluh in Oberembrach, erworben um Fr. 36.— laut Auszug aus dem Grundprotokoll Embrach, Notariat Kloten 22. Juni 1869 und Abtretungsvertrag vom 29. Dez. 1883.

c) Erratischer Block, Alpenschiefer, in Wald, Kt. Zürich, erworben um Fr. 20.— laut Kaufbrief Notariat Wald, 10. Oktober 1872.

d) Erratischer Block in der Wolfsgrube Wald, Kt. Zürich, erworben laut Schenkungsurkunde vom 3. Juli 1869, Notariat Wald.

3. Druckschriften.

Verschiedene Druckschriften in 37,019 Exemplaren, laut detailliertem Verzeichnis des Herrn Druckschriftenverwalters der Gesellschaft, in Verwahrung und Verwaltung der Zentralbibliothek und der Buchhandlung Beer & Cie.

Die Betriebsrechnung zeigt gegenüber dem budgetierten Rückschlag von Fr. 800.— nur einen solchen von Fr. 416. 30. An dieser Besserstellung sind einerseits mit einer Ausnahme alle Einnahmeposten beteiligt, die gegenüber dem Budget zusammen ein Plus von Fr. 764. 90 ergeben. Anderseits weisen aber auch die Ausgabeposten gegenüber dem Budget ein Mehr von Fr. 381.20 auf, das sich auf verschiedene Posten verteilt und teilweise mit dem Übergang unserer Bibliothek an die Zentralbibliothek zusammenhängt.

Die Kapitalrechnung, auf welche das Defizit der Betriebsrechnung übertragen wurde, weist damit einen Rückschlag von Fr. 416. 30 auf, gegenüber

einem Vorschlag von Fr. 1254.04 im Vorjahre. Dieses bemühende Resultat mahnt dringend zum Aufsehen. Das Gleichgewicht unserer Finanzen kann nur gewahrt werden durch Beschränkung unserer Ausgaben auf das dringend Notwendige und dadurch, dass unsere Einnahmen eine wesentliche Vermehrung erfahren, was nur durch Eintritt neuer Mitglieder erreicht werden kann. Jedes Mitglied sollte es sich zur Pflicht machen, jährlich der Gesellschaft ein neues Mitglied zuzuführen.

Die Stammgutrechnung ist mit Fr. 70,000.— Kapital statutengemäss unverändert geblieben.

Budget für das Jahr 1917.

Einnahmen:

Mitgliederbeiträge	Fr.	7,300.—
Neujahrsblätter	„	350.—
Vierteljahrsschriften	„	150.—
Geschenke	„	—.—
Beiträge von Behörden und Gesellschaften	„	2,700.—
Zinsen	„	4,000.—
Diverse	„	—.—
	Fr.	14,500.—
Rückschlag	„	5,100.—
	Fr.	19,600.—

Ausgaben:

Neujahrsblatt, wissenschaftlicher Teil	Fr.	1,400.—		
„ Spedition und Spesen	„	100.—	Fr.	1,500.—
Vierteljahrsschrift wissenschaftlicher Teil	Fr.	9,000.—		
„ Sitzungsberichte	„	800.—		
„ Spedition und Spesen	„	350.—	„	10,150.—
Miete			„	150.—
Personalausgaben			„	900.—
Verwaltung Bureaumaterial	Fr.	150.—		
„ Drucksachen und Inserate	„	150.—		
„ Sitzungseinladungen und Protokolle	„	700.—		
„ Porti und Spesen	„	250.—		
„ Verschiedenes	„	150.—	„	1,400.—
Diverses			„	500.—
Jahresversammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft			„	5,000.—
			Fr.	19,600.—

Das Budget, das Einnahmen und Ausgaben so ziemlich in Einklang bringen würde, wird ausserordentlich ungünstig beeinflusst durch die Kosten, die der Gesellschaft durch die Jahresversammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft erwachsen. Zu dem hiefür in Aussicht genommenen Posten von Fr. 5,000.— ist aber zu bemerken, dass er ein Maximum darstellt, das kaum erreicht werden sollte, um so weniger, als die ernstliche Absicht besteht, in Anbetracht der Zeitumstände die Festlichkeiten auf ein Minimum zu beschränken.

Zürich, den 23. April 1917. Der Quästor: Dr. M. Baumann-Naef.

Revisorenbericht.

Die unterzeichneten Revisoren haben, gestützt auf den an der Hauptversammlung vom 8. Mai 1916 erteilten Auftrag, die ihnen vom Quästor eingereichte Buch- und Kassaführung unserer Gesellschaft eingehend geprüft und in allen Teilen richtig befunden. Die Prüfung erstreckte sich auch auf die in der Jahresrechnung gegebene Vermögensaufstellung der Gesellschaft, deren Richtigkeit an Hand des Depositenscheins der Zürcher Kantonalbank und der 3 Einlagehefte, 2 Stück Schweiz. Kreditanstalt und 1 Stück A.-G. Leu & Co., Zürich, durch die Unterzeichneten konstatiert wurde.

Die Revisoren haben sich auch dieses Jahr wiederum überzeugt, dass die Rechnungsführung unseres Quästors alles Lob verdient und sie beantragen, ihm und dem Vorstand die Jahresrechnung pro 1916 unter besonderer Verdankung der vorzüglich und uneigennützig geleisteten Dienste zu genehmigen und Entlastung zu erteilen.

Zürich, den 15. März 1917. Die Revisoren: Dr. Bircher, Carl Seelig.

Bericht des Sekretärs
über die
wissenschaftliche Tätigkeit und den Bestand der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1916/17.

Es wurden im Berichtsjahre 10 Sitzungen abgehalten. Die Teilnahme war eine rege. Im Durchschnitt waren die Sitzungen von 98 Personen besucht.

Vorträge:

1. Dr. Jakob Hug: Die letzte Eiszeit in der Umgebung von Zürich.
2. Dr. Heinrich Brockmann-Jerosch: Die Anschauungen über Pflanzenausbreitung.
3. Prof. Dr. Georg Wiegner: Kolloidchemie und Bodenkunde.
4. Dr. Adolf Oswald: Die innere Sekretion und ihre Bedeutung in der Biologie und Medizin. Mit Lichtbildern.
5. Prof. Dr. Emil Baur: Über Mineralsynthese. Mit Lichtbildern.
6. Dr. Arnold Heim: Neue Fortschritte in der Geologie der Schweizeralpen. Mit Lichtbildern.
7. Prof. Dr. Walter Frei: Die Desinfektion in Wissenschaft und Praxis.
8. Dr. Jean Stähli: Vom Ohr ausgelöste Augenbewegungen.
9. Prof. Dr. H. C. Schellenberg: Zum Gedächtnis der hundertsten Wiederkehr des Geburtstages von Karl Wilhelm von Nägeli.
10. Dr. P. Karl Hager: Die Kulturpflanzen des Bündner Oberlandes. Mit Lichtbildern.

Exkursionen:

Lägernexkursion, gemeinsam mit der Aargauischen Naturforschenden Gesellschaft, 10. September 1916. Zürich-Dielsdorf-Regensberg-Hochwacht-Burghorn-Ehrendinger Gipsgruben-Baden-Wettingen-Zürich. Mitteilungen über Regensberg, Burg Hochlägern und Führung in Wettingen durch Prof. Dr. H. Lehmann, Direktor des Landesmuseums, botanische Führung durch Prof. Dr. M. Rikli, geologische Führung durch Prof. Dr. Albert Heim, geographische Führung durch Prof. Dr. Aug. Aeppli.

Vorstandssitzungen:

Der Vorstand erledigte die Geschäfte in 5 Sitzungen. Ausser dem Laufenden beschäftigten ihn hauptsächlich Arbeiten, die im Zusammenhang mit der Jahresversammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1917 stehen, sowie die Ausgestaltung der Vierteljahrsschrift, die Regelung des Archives usw.

Vierteljahrsschrift und Neujahrsblatt:

Nach den neuen Statuten ist es nicht mehr Sache des Sekretärs, sondern des Redaktors, über die Publikationen zu berichten.

Mitgliederbestand:

Seit dem letzten Berichte sind folgende Mitglieder gestorben:

31. 3. 1916. Hans Baur-Widmer, Architekt.
23. 4. 16. Eduard Gräffe, Inspektor der zoologischen Station Triest, ältestes Ehrenmitglied.
20. 6. 16. Dr. Amalie Hallmann, Bremen.
3. 7. 16. Prof. Dr. Alfred Kleiner, Phys.
7. 16. Dr. med. Fritz Diebold.
26. 9. 16. Dr. Karl Keller-Escher.
11. 10. 16. Dr. Laura Hezner, Geol. Min.
11. 16. Dr. med. Hermann Schulthess.
30. 11. 16. Ing. Werner Weissenbach-Griffin.
22. 1. 1917. Prof. Dr. Max Standfuss, Entom.
3. 2. 17. Dr. Ulrich Meister.
12. 2. 17. Prof. Dr. E. J. Constam, Chem.
25. 2. 17. Prof. Dr. Karl Hartwich, Pharm.
6. 3. 17. Prof. Dr. med. Wilhelm Schulthess.

Ausgetreten sind 13 Mitglieder.
Neu aufgenommen wurden seit dem letzten Bericht 37 Mitglieder.
Am 31. Dezember 1916 zählte die Gesellschaft
14 Ehrenmitglieder,
4 Korrespondierende Mitglieder,
416 Ordentliche Mitglieder,
24 Freie ausländische Mitglieder.
Heute sind es 426 ordentliche Mitglieder.

Zürich, 1. Mai 1917. Der Sekretär: Dr. E. Rübel-Blass.

Bericht des Redaktors.

Vierteljahrsschrift.

Jahrgang 61 (1916) der Vierteljahrsschrift umfasst 751 und LVII Seiten und 13 Volltafeln. Der wissenschaftliche Teil zählt von 25 Autoren 27 Abhandlungen, die sich wie folgt verteilen: Mathematik 6, Physik 1, Chemie 1, Geologie 5, Petrographie 1, Zoologie 6, Botanik 5, Hydrobiologie 1 und Anthropologie 1; den Eingang bildet eine Autobiographie unseres inzwischen verstorbenen Ehrenmitgliedes Dr. Eduard Graeffe, den Beschluss die Fortsetzung der „Kulturhistorischen Notizen“ (mit Mitteilungen über die Eulerausgabe und biographischen Notizen über 11 verstorbene Mitglieder unserer Gesellschaft). Die Sitzungsberichte umfassen 9 Autoreferate, 2 Exkursionsberichte, die Jahresberichte des Quästors, des Sekretärs und des Bibliothekars (Schlussbericht), den Wortlaut des Vertrages mit der Stadt Zürich betreffend den städtischen

Beitrag, die Statuten unserer Gesellschaft vom 8. Mai 1916 und das auf den 31. Dezember 1916 abgeschlossene Mitgliederverzeichnis.

Heft 1 und 2 wurde am 31. Mai, Heft 3 und 4 am 31. Dezember ausgegeben.

Neujahrsblatt.

Das Neujahrsblatt auf das Jahr 1917, 119. Stück, ist von Herrn Prof. Dr. M. Rikli verfasst worden und ist betitelt: Eine Frühlingsfahrt nach Kreta. (März bis April 1914). Es enthält 52 Seiten und 6 Lichtdrucktafeln.

Der Verkehr zwischen Redaktor und Autoren einerseits und zwischen Redaktor und Druckerei anderseits hat sich reibungslos abgewickelt; bei der Vergebung der Herstellung der Tafeln und Klischees hat sich der Redaktor, der sich das Recht vorbehalten muss, diese Entscheidungen selbst zu treffen, nach Möglichkeit bemüht, einen regelmässigen Turnus unter den in Frage kommenden Firmen zu beobachten.

Die Ausgabeposten Vierteljahrsschrift und Neujahrsblatt sind gegen früher erheblich stärker belastet worden durch die Beschlüsse der Gesellschaft, 1. von den in der Vierteljahrsschrift publizierten Abhandlungen nicht mehr bloss 25, sondern 50 Sonderabzüge den Autoren zur Verfügung zu stellen und 2. das Neujahrsblatt, mit Ausnahme der Freien ausländischen Mitglieder, sämtlichen Mitgliedern unserer Gesellschaft unentgeltlich zu verabfolgen. Beide Beschlüsse sind im Berichtsjahre in Kraft getreten. Dieser Mehrausgabe steht nun allerdings eine entsprechende Erhöhung des dem Redaktor zur Verfügung gestellten Kredites gegenüber, die es diesem ermöglichen dürfte, den Autoren namentlich hinsichtlich der graphischen Beilagen etwas weiter entgegenzukommen, als dies bis anhin der Fall sein konnte.

Der aus diesen Gründen erhöhte Kredit für die Herausgabe der Vierteljahrsschrift und des Neujahrsblattes, bezw. die durch diese Massnahmen ermöglichte reichere Ausgestaltung der genannten Druckschriften wird künftighin auch den Verkaufspreis derselben beeinflussen und der Redaktor wird daher mit unserm Kommissionsverlag Beer & Co. in Zürich die Vorlage eines neuen Kommissionsvertrages, dessen Genehmigung Sache der Gesellschaft sein wird, vereinbaren.

Endlich sei erwähnt, dass durch das Entgegenkommen der Druckereifirma Zürcher & Furrer in Zürich der Preis der Sonderabzüge nicht unerheblich reduziert werden konnte.

Für die Herausgabe eines bei Anlass der im September 1917 stattfindenden Jahresversammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft zur Austeilung gelangenden Festbandes (1. Doppelheft des 62. Jahrganges der Vierteljahrsschrift) wurde auf Wunsch des Redaktors eine Kommission bestellt aus den Herren Prof. Dr. K. Egli, Dr. Arnold Heim, Prof. Dr. K. Hescheler, Prof. Dr. F. Rudio, Direktor Dr. G. Schärtlin und Prof. Dr. H. Wehrli, zu deren Sitzungen auch der Jahrespräsident Prof. Dr. K. Schröter einzuladen ist und mit deren Vorsitz der Redaktor betraut wurde.

Mit der Firma Zürcher & Furrer hat auch der Redaktor und damit unsere Gesellschaft einen tiefgehenden Verlust erlitten durch den unerwarteten Hinschied des Seniors der Druckereifirma Zürcher & Furrer, des Herrn Friedrich Gustav Furrer. Der liebenswürdige Mann, dessen langjährige Erfahrung auf geschäftlichem und rein typographischem Gebiete der Berichterstatter in reichem Masse beanspruchen musste und durfte, ist unserer Gesellschaft stets wohlgesinnt gewesen und verdient es, dass seiner auch an dieser Stelle gedacht werde.

Hans Schinz.

Protokoll der Sitzung vom 12. März 1917,
abends 8 Uhr, auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Prof. Dr. E. Bosshard. Anwesend 72 Personen.

1. Die Gesellschaft hat am 6. März 1917 durch den Tod verloren: Herrn Prof. Dr. med. Wilhelm Schulthess, den berühmten Orthopäden; ferner am 9. März Herrn Fritz Furrer, der zwar nicht Mitglied unserer Gesellschaft war, ihr aber als Verleger nahe gestanden hat. Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Verstorbenen.
2. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär.
3. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
   Herr Edwin Hunziker, Ingenieur der Schweiz. Geodätischen Kommission, Lindenbachstrasse 50, Zürich 6, empfohlen durch die Herren Prof. Baeschlin, Grossmann und Wolfer.
   Herr Dr. med. Jean Stähli, Privatdozent für Augenheilkunde an der Universität, Hadlaubstr. 7, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Prof. Bosshard.
   Herr Dr. med. Rudolf Hottinger, Privatdozent für Urologie an der Universität, Voltastr. 27, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. Henschen.
   Herr Dr. med. Mieczyslaw Minkowski, Privatdozent für Hirnlehre an der Universität, Physikstrasse 6, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. Henschen.
   Herr Dr. med. Eduard Monnier, Privatdozent für Chirurgie an der Universität, Bleicherweg 15, Zürich 2, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. Henschen.
   Herr Dr. med. Felix Rudolf Nager, Prof., Dozent für Oto-, Rhino- und Laryngologie an der Universität, Theaterstrasse 14, vom Frühjahr an Freiestrasse 20, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. Henschen.
   Herr Dr. med. Ernst Sidler, Prof., Dozent für Ophtalmologie, Glärnischstr. 40, Zürich 2, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. Henschen.
4. Vortrag des Herrn Prof. Dr. H. C. Schellenberg:

Zum Gedächtnis der 100. Wiederkehr des Geburtstages von Karl Wilhelm Naegeli.

Am 26. März dieses Jahres kehrt zum hundertsten Male der Geburtstag Karl Naegelis wieder. Es ist nur eine Dankespflicht, die wir erfüllen, wenn in Zürich, seiner Vaterstadt und der Stätte seines ersten Wirkens, wir uns dessen erinnern, was Karl Naegeli für die Naturwissenschaften und die Botanik speziell geleistet hat und die Zürcher Naturforschende Gesellschaft darf mit einem berechtigten Stolz auf ihr Mitglied und späteres Ehrenmitglied hinweisen, das zum Eckstein der Wissenschaft geworden ist.

Karl Wilhelm Naegeli wurde am 26. März 1817 in Kilchberg bei Zürich geboren. Sein Vater, Hans Kaspar Naegeli, war dazumal dort Arzt und wurde später in den Zürcher Regierungsrat gewählt. Der Sohn besuchte eine von seinem Vater gegründete Privatschule und später die Kantonsschule in Zürich. Im Frühjahr 1836 bezog er die Universität Zürich. Nach dem Wunsche seines Vaters sollte er Medizin studieren, aber infolge des Einflusses von Oswald Heer, Oken, und nicht zuletzt seinem eigenen Triebe, wandte sich Naegeli dem Studium der Botanik zu. Die Promotionsarbeit Naegelis ist O. Heer gewidmet und unter seiner Leitung entstanden. Im Frühjahr 1839 ging Naegeli nach

Genf, um dort bei Pyramus Decandolle sich der Botanik zu widmen. Dort wurden Untersuchungen und Exkursionen zur Vervollständigung der Promotionsarbeit ausgeführt, mit der er am 8. Mai 1840 in Zürich promovierte. Zur weiteren Ausbildung begab er sich nach Berlin, Jena und schloss die Studien mit einer Reise mit seinem Freunde Kölliker nach Italien und Sizilien ab. Im Frühjahr 1842 habilitierte er sich als Privatdozent für Botanik an der Universität Zürich. Er erhielt bald einen Lehrauftrag für Botanik an der Tierarzneischule. Von diesem Zeitpunkte an folgt eine Arbeit nach der andern. Mit Schleiden zusammen gründete er die Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik, zu der Naegeli alle Arbeiten bis auf je einen Artikel von Kölliker und Widmer geliefert hatte.

1848 bekommt Naegeli einen Ruf nach Giessen. Er lehnt ihn ab, wird dafür an der Universität Zürich zum Extraordinarius befördert. 1852 erhält er einen Ruf nach Freiburg im Breisgau. Die Behörden lassen ihn mit dem Versprechen ziehen, dass Naegeli einer zu gründenden Schweizerischen Hochschule sich zur Verfügung stellen würde. Dieses Versprechen hat Naegli 1855 eingelöst, indem er die Wahl an das neu gegründete Polytechnikum annahm. Zwei Jahre darauf, im Jahre 1857, folgte er einem Rufe unter glänzenden Bedingungen nach München. Dort ist er bis an sein Lebensende geblieben, freilich als ein treuer Sohn des Schweizerlandes, zu dem er in Ferien und bei jeder Gelegenheit gerne zurückkehrte. Kurz nach dem Feste des fünfzigjährigen Doktorjubiläums ist er am 10. Mai 1891 an den Folgen einer Erkältung, die er sich im Garten zuzog, gestorben.

Will man die Naegelischen Arbeiten besprechen, so ist vor allem eine Trennung vorzunehmen zwischen jenen, wo die beobachtende und experimentelle Methode zur Anwendung kam, und den Abhandlungen, bei denen die naturphilosophische Spekulation die Hauptsache bildete.

Während seiner Studienzeit hatte er besonders die Systematik der Phanerogamen gepflegt. Seine Dissertation „Die Cirsien der Schweiz“ 1840 zeugt von grossem Geschick und überragt an Gründlichkeit und richtiger Darstellung die zeitgenössischen Untersuchungen ähnlicher Art. In den folgenden Arbeiten der Zürcher Periode hat er sich besonders der Entwicklungsgeschichte der Pflanzen zugewendet. Die pflanzliche Anatomie war anfangs der vierziger Jahre noch ein Neuland. Naegeli sucht streng methodisch vorzugehen, um aus dem Werdegang das fertige Stadium der Pflanze zu studieren. Die Habilitationsschrift — Zur Entwicklungsgeschichte des Pollens — bringt zum erstenmal die richtige Darstellung der Entwicklung der Pollenkammern und der Tetradenbildung aus den Pollenmutterzellen. In der „Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik“ finden sich die Arbeiten über die Entwicklungsgeschichte der Rotalgen; ferner eine wertvolle Arbeit über die Wachstumsgeschichte der Laub- und Lebermoose. Die entwicklungsgeschichtliche Methode führt zur richtigen Entdeckung der Spermatozoiden der Farne und der Fortpflanzung der Rhizokarpeen. Auch die Untersuchungen über Zellkerne, Zellbildung und Zellwachstum tragen wesentlich entwicklungsgeschichtlichen Charakter.

Massgebend für eine weitere Serie von Arbeiten war seine Studienreise nach Italien und die im Sommer 1845 ausgeführte Hochzeitsreise nach Süd-England. Naegeli sammelte eifrig Meeresalgen, und das gesammelte Material hat den Grundstock geliefert für sein Werk: Die neuern Algensysteme, Zürich 1847. Neben einer kritischen Verarbeitung der Algenliteratur hat

Naegeli in diesem Werk eine Reihe von Meeresalgen entwicklungsgeschichtlich untersucht. Auch in der engeren Heimat studierte Naegeli emsig die Algenflora. Die Frucht dieser Tätigkeit war das Werk: Gattungen einzelliger Algen, physiologisch und systematisch bearbeitet 1849. Es ist die Zürcher Algenflora in bestem Sinne des Wortes. Die Standorte, Fröschengraben, Seebecken hinter dem Kratz, Rietgraben in der Enge, Riedt im Seefeld, Katzensee, und viele andere bekannte Namen kehren hier öfters wieder. Nicht weniger als achzig neue Algenspezies und achtzehn neue Genera wurden hier aufgestellt.

In der Freiburger Periode finden wir Naegeli an den Arbeiten, die in den pflanzenphysiologischen Untersuchungen 1855 bis 1858 niedergelegt sind. Da sind vor allem zwei kleinere Arbeiten über den Primordialschlauch und die Diosmose der Pflanzenzellen von fundamentaler Bedeutung geworden. Er zeigt, dass der Plasmaschlauch für das Leben der Pflanze die wichtige Eigenschaft besitzt, bestimmte Stoffe hindurchtreten zu lassen, während andere Stoffe nicht diese Plasmamembran passieren können. Wir bezeichnen eine solche Membran als semipermeabel und der Entdecker dieser Semipermeabilität ist Naegeli. Ferner brauche ich den Biologen nur an die Ausdrücke Plasmolyse und Turgordruck zu erinnern, die hier zum erstenmal auftauchen, um die Wichtigkeit dieser Arbeiten hervorzuheben.

In diesen pflanzenphysiologischen Untersuchungen finden sich die Untersuchungen über das Wachstum des Sphagnumblattes, das Wachstum von *Perothamnion* und *Hypoglossum Leprieuri*.

Das letzte Heft bildet die sog. „Stärkebibel“; sie führt den Titel: Die Stärkekörner, morphologische, physiologische, chemisch-physikalische und systematisch-botanische Monographie. Es ist geradezu erstaunlich, wieviel Detailuntersuchungen über die Stärkekörner in diesem dicken Werke zusammengetragen sind. Diese umfassenden Untersuchungen hat dann Naegeli verwertet in zwei Theorien, die von fundamentaler Bedeutung für die Biologie geworden sind, die Micellartheorie und die Lehre vom Wachstum durch Intussuszeption. Aber auch wenn man ganz absieht von diesen theoretischen Erörterungen, bleibt ein Tatsachenmaterial übrig, das heute noch uns in Erstaunen versetzt.

Die „Stärkebibel“ wurde in der Zürcher Periode fertig erstellt; die Zeichnungen dazu sind von Cramer ausgeführt worden.

In München fiel ihm als erste Aufgabe zu, für ein neues botanisches Institut die Angaben zu liefern. Um die besten bestehenden Einrichtungen kennen zu lernen, machte er zwei Reisen, die eine nach Petersburg 1858, die andere nach Paris in den Weihnachtsferien 1858/59. Das neue Institut konnte 1860 bezogen werden. Auf der Petersburger Reise zog er sich einen Cholera-anfall zu. In der Folge war er oft leidend. Seine ohnehin etwas zarte Konstitution wurde in den guten Zeiten durch angestrengtes Arbeiten geschwächt.

Um so erstaunlicher ist es, was Naegeli noch alles in der Münchner Periode geleistet hat. Es sind hier die Untersuchungen über das Wachstum des Stengels und der Wurzel, die Untersuchungen über den Verlauf der Gefässbündel entstanden. Alsdann folgen die Untersuchungen über das Wachstum der Zellhäute, die innere Struktur der Membranen, die ebensolche Zusammensetzung der Stärkekörner und Zellhäute.

Eine weitere Kategorie von Untersuchungen betrifft die Anwendung des Polarisationsmikroskopes auf die Untersuchung der vegetabilischen Elementarbestandteile.

Die Kulturen im botanischen Garten wurden verwertet zur Sammlung von Material für die Arbeiten über die Hybriden und Varietätenbildung. Die Arbeiten über die Gärungserscheinungen und die niederen Pilze nehmen lange Zeit seine Aufmerksamkeit im Laboratorium in Anspruch.

Das Hauptwerk aber bildet die mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre (1884). Nach Naegelis eigenem Urteil ist es sein wissenschaftliches Vermächtnis. Naegeli fasst darin seine Auffassungen über die Abstammungsfragen zusammen; er sucht die Gesetze der Entwicklung aus den Verhältnissen der nichtorganisierten Natur abzuleiten und setzt sich mit verschiedenen philosophischen Problemen auseinander.

Nachher hat Naegeli nur noch seine grosse Arbeit über die Hieracien Mitteleuropas: I. Teil die Piloselliden (1885) zum Abschluss gebracht. Er wollte den Pflanzen, die ihn zwangen, Exkursionen auszuführen und viele Stunden im Garten zu verbringen und die dadurch den grössten Anteil an der Wiederherstellung seiner zerrütteten Gesundheit hatten, ein bleibendes Denkmal setzen.

Von Lehrbüchern hat Naegeli nur eines publiziert. Es ist das Mikroskop, das er gemeinsam mit seinem damaligen Assistenten Schwendener verfasst hat. Das Buch war in zweifacher Beziehung neu. Im Abschnitt, der von der Konstruktion der Mikroskope handelt, wird besonders die Theorie der mikroskopischen Wahrnehmung ausgebaut. Mit Recht konnte später Abbe, der geistreiche Mitarbeiter der Zeisswerke, betonen, dass er von keiner andern Seite so viel Anregung für die Konstruktion der Optik der Mikroskope empfangen habe, wie durch das Werk von Naegeli und Schwendener.

Die Arbeiten Naegelis haben, wie Schwendener treffend hervorhebt, „einen streng mathematischen Zug“, d. h. „das Bestreben, die Dinge nach Zahl, Mass und nach ihrer Lage im Raum so genau als möglich zu erforschen und darzustellen“.

Bei den naturphilosophischen Spekulationen sehen wir, dass Naegeli vor allem suchte sich sichere Grundlagen zu verschaffen. Sie knüpfen alle an bekannte physikalische, chemische, oder auch entwicklungsgeschichtliche Tatsachen an.[1])

Manche seiner theoretischen Ansichten haben durch spätere Arbeiten, die er nicht mehr erlebte, ihre Bestätigung erfahren. Die Mizellartheorie wird heute von den Colloidchemikern als die beste Theorie zur Erklärung der Verhältnisse bei den Colloiden angenommen. Das Wachstum durch Intussusception ist für das Flächenwachstum der Membranen in vielen Fällen nachgewiesen worden.

In der mechanisch-physiologischen Theorie der Abstammungslehre sind die Kapitel über die Urzeugung und die Kritik der Darwin'schen Zuchtwahl von klassischer Bedeutung geworden. Aber auch die Naegeli'schen Ideen über Orthogenesis, die Annahme der direkten Bewirkung auf das Keimplasma haben in Hertwig und Solms-Laubach begeisterte Anhänger gefunden.

Naegeli hat überall gesucht, die Grundlagen seiner Theorien sicherzustellen. So sind in der Theorie der Gährung, wie in der Untersuchung über die

---

[1]) Eine kurze, aber treffende Zusammenfassung der theoretischen Arbeiten Naegelis ist in der Schrift von C. Cramer: „Leben und Wirken von C. W. Naegeli“ enthalten.

niederen Pilze ausserordentlich wichtiges Material niedergelegt, das, trotzdem die Theorien überholt wurden, seinen bleibenden Wert behalten wird.

Bei Anlass der Wiederentdeckung der Mendel'schen Vererbungsregeln ist Naegeli der Vorwurf gemacht worden, er habe absichtlich Mendel nicht gewürdigt. Dieser Vorwurf ist nicht gerechtfertigt, denn Naegeli hatte seine Arbeiten über Hybriden zum Teil vor Mendel veröffentlicht und ausserdem sich nur mit den Arthybriden befasst. Dazumal aber wurde diese Frage als verschieden von der Kreuzung von Varietäten, wie sie Mendel ausführte, betrachtet.

Die Kritik hat bei einem so reichen Forschungsmaterial oft eingesetzt. Naegeli hat selten geantwortet, oder wenn er geantwortet hat, so hat er es in einer Form getan, dass der Betreffende sich geehrt fühlen musste. Im übrigen huldigte er dem von ihm öfters ausgesprochenen Grundsatze, dass weitere Untersuchungen in den Streitfragen wohl zeigen werden, wer recht und unrecht habe. Öfters werden darüber wohl Dezennien vergehen, aber der endgültige Sieg der Wahrheit sei das Zeichen der Entwicklung der Naturwissenschaften, an den er glaube.

Wir feiern heute die hundertste Wiederkehr dieses so umfassenden Genius, und wir freuen uns, dass nach seinem Tode vieles, was Naegeli vorausgesagt, und vieles, das damals umstritten war, zum Allgemeingut der Naturwissenschaften geworden ist.

(Autoreferat.)

Der Vorsitzende dankt dem Vortragenden für die temperamentvollen Ausführungen, mit denen er das Werk des grossen Forschers gezeichnet hat. Prof. Schröter betont, wie wir staunen müssen über die kolossale Vielseitigkeit des grossen Geistes, wie er die verschiedensten Gebiete beherrscht hat. Dr. Wolfke wundert sich, bei Naegeli schon moderne Anschauungen über Entropie zu finden. Prof. Wiegner nimmt Naegeli auch als Kolloidchemiker in Anspruch; Naegeli hatte ungeheuren Einfluss auf die Erforschung der Gele. Prof. Düggeli hebt Naegelis hervorragende Leistungen auf dem Gebiete der Bakteriologie hervor. Dr. Schoch-Etzensperger erinnert an Cramers schöne Biographie von Naegeli, auf die, wie Prof. Schröter mitteilt. Cramer zwei volle Jahre verwendet hat. Prof. Schellenberg erwähnt noch Naegelis musterhaft populären Vorträge; ferner seine bedeutenden Schüler Ludwig Fischer, Hepp, Wartmann, Schwendener, Cramer und viele andere bis zu seinem letzten Assistenten Correns.

Protokoll der Hauptversammlung vom 5. Mai 1917,

abends 6 Uhr, auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Prof. Dr. E. Bosshard.

Anwesend 31 Personen bei den Traktanden 1—7, 37 bei Traktandum 8, 18 bei Traktandum 9.

1. Der Vorsitzende begrüsst den Vertreter des Regierungsrates des Kantons Zürich.
2. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär.
3. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:

   Herr Dr. med. Hermann Walder, Bella Vista, Feldmeilen, empfohlen durch Herrn Prof. Flückiger.

   Herr Diplom-Ing. Stephan Szávits, Tannenstr. 15, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Prof. Rudio.

Herr Dr. Eugen Beuttner, Dufourstr., Zollikon, empfohlen durch Herrn Th. Vogel.

4. Rechnung und Voranschlag werden auf Antrag der Rechnungsrevisoren genehmigt unter bester Verdankung an den Quästor.
5. Der Bericht des Sekretärs wird unter Verdankung genehmigt.
6. Der Bericht des Redaktors wird unter Verdankung genehmigt.
7. Als Delegierte an die Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft werden gewählt:
   Dr. M. Baumann-Naef.
   Dr. A. Kienast.
8. Es folgt um 7 Uhr ein gemütliches gemeinsames Abendessen.
9. Vortrag des Herrn Prof. Dr. P. Karl Hager:

Die Kulturpflanzen des Bündner Oberlandes und ihre Verwendung.
Eine naturwissenschaftlich-völkische Studie.

Erst wird eine kurze geographische Übersicht des Gebietes gegeben und zum Vergleich das Wallis herangezogen; die Walser-Ansiedelungen in Graubünden des 13. Jahrhunderts werden erwähnt. Der Vortragende betont, dass die zentralalpinen Längstäler die Relikte einer frühhistorischen Zeit in bezug auf die Bodenkultur und der Ackerbauinstrumente vielfach zu erhalten vermochten und dass diese Kulturrelikte noch parallel neben den neueren Errungenschaften einhergehen.

Erst geschieht der ältesten Kulturpflanzen Erwähnung, deren feldmässiger Anbau heute entweder erloschen ist oder z. T. nur noch schwach betrieben wird. Dahin gehören der Weinbau des zentralen Bündner Oberlandes, im 8. Jahrhundert bereits urkundlich erwiesen; dann *Faba* und *Pisum*, einst allgemeiner Feldbau derselben (Bohnenzinse); ferner *Fagopyrum tataricum* und *F. sagittatum*. Heute haben sich noch *Fagopyrum tataricum* und *Pisum sativum* var. *arvense* als häufige Ackerunkräuter erhalten. Es folgt der Anbau von *Setaria italica*, der Kolbenhirse, vor etwa 5 Dezennien erloschen; gut erhalten hat sich noch der Feldbau von *Panicum miliaceum*, der gemeinen Hirse. Sodann wird *Zea Mais*, das Türkenkorn, erwähnt, noch vor 50 Jahren im zentralen Bündner Oberland allgemein gebaut, heute nur noch im Ilanzer Talbecken mässig kultiviert; der Anbau leidet unter der Krähenplage. Zu den ältesten Kulturpflanzen rechnet der Vortragende auch *Hordeum hexastichon*, die sechszeilige Gerste, heute beinahe erloschen; dann geht er über auf die Einführung der heute allgemein verbreiteten Kartoffel um die Mitte des 18. Jahrhunderts, deren Anbau die Feldkultur der Erbsen und Bohnen verdrängte.

Bei diesen Ausführungen wird jeweils ein völkisch historischer Rückblick auf die ältesten Bewohner und ihre kulturwirtschaftliche Entwicklung eingeflochten; besonders wird hervorgehoben, dass die ältesten Relikte des ackerwirtschaftlichen Betriebes sich auf die beiden Talbecken Ilanz und Truns beschränken, wo nachgewiesenerweise die ersten Spuren einer völkischen Ansiedelung vorliegen, z. B. zahlreiche Funde aus der Bronzezeit, die Grabstätte zu Darvella bei Truns (3—400 Jahre vor Christus), ältester bekannter Handelsweg von Ilanz über Valserberg-Bernhardin. Die Unterwerfung Rätiens, 15 v. Chr., durch die Römer bedingt vorerst nur eine sprachliche und staatswirtschaftliche Umformung; wesentlichen Einfluss auf die Ackerwirtschaft übt aber die nachfolgende fränkisch-allemannische Herrschaft aus: Naturalabgaben aus der Acker- und Wiesenwirtschaft an den Staatsfiskus, an die neu entstehenden geistlichen und weltlichen Feudalherren des Gebietes.

Sodann geht der Vortragende auf die Kulturpflanzen der Neuzeit und den heutigen Ackerbaubetrieb des Bündner Oberlandes über. Er führt dies vorerst aus im geschlossenen Referat und erläutert es in der nachfolgenden Vorführung von 80 Lichtbildern, die sich vorwiegend auf die Technik des jetzigen Ackerbaubetriebes und auf die Verwendung seiner Produkte beziehen.

Selbst vor den jetzigen Kriegsjahren herrschte noch mindestens 50 % an Eigenbau der Brot- und Breifrucht vor. Heute geht die Selbstversorgung von 75 % bis auf 100 %. Allgemeine Brotfrucht aller Lagen ist *Secale cereale*, der Roggen. Besonders im Ilanzer und Trunser Talbecken, aber auch an den Südgehängen des Disentiser Talbeckens werden verschiedene Weizenarten gezogen, vorwiegend *Triticum vulgare* var. *milturum*, dann *T. v.* var. *lutescens*, ausserdem diverse Sorten von Bartweizen. Allgemein ist ferner der Anbau von Gerste. In den höheren Hintertälern, an den oberen klimatischen Grenzen wird überall *Hordeum vulgare* gezogen; in den milderen Lagen, besonders im Ilanzer und Trunser Talbecken, pflanzt man häufig *Hordeum distichon* var *nutans* und ssp. *zeocrithon*, die nickende und die Pfauengerste. Der Anbau von Hafer, *Avena sativa*, ist seit dem Rückgang der Pferdezucht eingeschränkt worden, im Tavetschertale fehlt er ganz.

Der Bündner Oberländer ist heute vorwiegend „Brötler"; die Brotfrucht herrscht vor; vor 6 Dezennien hielten sich Brot- und Breinahrung noch das Gleichgewicht; vor 100 Jahren bestand die Hauskost, die auf dem Acker gezogen wurde, mehrheitlich in Breispeisen. Heute wird viel Polentamehl (-Maismehl) als Breikost eingeführt und der Überschuss des selbstgezogenen Getreides z. T. an Kälber und Schweine verabreicht.

Das Brot ist fast überall ein Mengebrot, d. h. eine Mischung von Roggen- und Gerstenmehl, im zentralen warmen Teil eine solche von Weizenmehl und Roggen; wo die Weizenpflanzung fehlt, kauft sich die Hausfrau oft auswärtiges Weissmehl, um eine bessere Brotmischung zu erhalten. Reine Roggen- bezw. reine Gerstenbrote werden in den höheren Lagen zeitweise gebacken. — Dementsprechend sind die Saatmischungen, die „mistira"-Pflanzungen sehr beliebt, es sind die typischen Brotäcker; man beobachtet sie besonders im Föhnzonengebiet der drei Talbecken Ilanz, Truns und Disentis, wo sich die Differenzen ungleicher Reifezeit der verschiedenen Arten weniger bemerkbar machen. In den höheren Lagen findet nach dem Kornschnitt eine 10- bis 20tägige Luftdtrocknung auf offenen Kornhisten oder Feldharfen statt; an den warmen Südlagen begnügt man sich mit einer nachträglichen kurzen Sonnendörrung auf dem Sparrenwerk von Stallveranden (telinas).

Das Dreschen erfolgt z. T. mit Dreschmaschinen (Handbetrieb), meist aber mittelst der Dreschflegel, erst mit dem festen „pal" (oft in kniender Stellung), dann mit dem „fliegenden" beweglichen Flegel. Das Getreidestroh dient teils für Bettmatratzen, teils als Viehfutter.

Die zahlreichen Dorf- und Gehöftemühlen erhalten allmählich eine modernere innere Ausstattung im Betrieb; doch beobachtet man noch einzelne uralte Konstruktionen mit horizontalen Wasserrädern, deren Speichen öfters Löffelform haben. Handmühlen wurden nirgends beobachtet. Zur Herstellung von Gerstengrütze und Gries dienen uralte Batteriestampfen (Wasserbetrieb), z. T. noch einfachste Holzmörser mit Handführung.

Die Backöfen stehen fast überall frei, sind nicht an das Haus gebunden, teils im Privatbesitz, teils Korporationseigentum; man trifft originelle Mahl- und Backverordnungen. Die Sauerteiggärung macht allmählich jener der

Presshefe Platz; noch findet man Anklänge an die einstigen Fladenbrote, ebenso Zusätze im Brot (rasials) z. B. Kartoffeln, Rüben, Mangold u. s. w. Überall hängen in den bäuerlichen Brotkammern verschieden geformte „Brotreiten".

Die Bewohner der höheren Lagen pflanzen reichlich *Linum usitatissimum*, den Flachs, jene des wärmeren zentralen Gebietes z. T. auch Hanf, *Cannabis sativa*. Sowohl zur Gewinnung der Faser wie auch des Öles aus den Samen herrschen noch uralte und verschiedenartige Betriebsmethoden. Das Öl ergibt ein beliebtes Speiseöl, das z. T. auch mit Butter gemischt wird. Die Wintermonate dienen den Frauen und Töchtern zum Spinnen und Weben der gewonnenen Faser zu Leinwand.

Die klimatischen oberen Ackerbaugrenzen sind noch vorhanden und fallen zusammen mit den ökonomischen. Im Föhnzonengebiet der drei unteren Talstufen Disentis, Truns und Ilanz erreichen die oberen Grenzen im Maximum 1450 m ü. M. Sie sind bedingt durch die gleichlaufenden oberen Grenzen der dortigen Föhnstauung, und dementsprechend stimmen sie auf der Nord- und Südlage überein, es ist das Trockengebiet des Bündner Oberlandes. Die Differenzen der stärkeren Sonnenbestrahlung der Südlage machen sich geltend in der Selektion der Arten innerhalb der tieferen Stufen: Anbau von *Triticum*, diverser Steinobstkulturen und des intensiven Kernobstbaues. Das Wies- und Ackerland bedarf der künstlichen sommerlichen Bewässerung.

In den Hintertälern Medels am Lukmanier und Tavetsch am St. Gotthard steigt die Ackerbaugrenze rapid in die Höhe bis auf 1730 m ü. M. Gleichzeitig macht sich der schroffe Gegensatz von Nord- und Südlage geltend, weil die Föhnwehen schwächer geworden sind. Das Ansteigen der Ackerbaugrenzen am Lukmanier und St. Gotthard ist wesentlich auf die bedeutend reicheren dortigen sommerlichen Niederschlagsmengen zurückzuführen. Diese selbst wieder sind bedingt durch die unmittelbare Nachbarschaft mit den grossen Regenzentren im Südwesten, wo Rhein- und Posystem sich berühren. An sämtlichen oberen Ackerbaugrenzen werden noch Roggen, vierzeilige Gerste, Kartoffeln und Flachs angebaut. (Autoreferat.)

Der Vorsitzende verdankt den Vortrag und die wundervollen Bilder aufs beste. Prof. Schröter gratuliert Pater Hager zur schönen pflanzengeographischen Monographie seines Gebietes und den neuen Arbeiten über den Ackerbau, die Kulturpflanzen und deren Verwendung.

Protokoll der Exkursion nach Glattfelden, Rheinsfelden, Eglisau

gemeinsam mit der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Winterthur
unter Leitung von Prof. Dr. E. Bosshard und Prof. Dr. M. Rikli.
Sonntag den 20. Mai 1917.
Vorsitzender: Prof. Dr. E. Bosshard.
Anwesend 140 Personen, 115 Zürcher, 25 Winterthurer.

Besammlung im Hauptbahnhof $6^h 45$ (gemeinsames Billet).

Ab Zürich 7^h; in Bülach $7^h 35$. Zu Fuss nach Glattfelden (ca. 6 km). In Glattfelden etwa um 11^h (Mittagspause).

Nachmittags längs der Westseite des Laubberges nach Rheinsfelden. Besuch des Elektrizitätswerkes, hernach (ca. $4^1/_2{}^h$) zu Fuss nach Eglisau (ca. 1 Stunde). In Eglisau Erfrischung in der „Krone". Ab Eglisau $7^h 07$, in Zürich 8^h. Kosten der Bahnfahrt ca. 2 Fr.

Führung:

Dr. J. Hug: Geologisches.
Prof. Dr. H. C. Schellenberg: Wirtschaftliche Mitteilungen.
Prof. Dr. E. Ermatinger: Über Gottfried Kellers Heimat Glattfelden.
Dr. K. Heusser: Die Riemenzunge *[Himantoglossum hircinum* (L.) Sprengl.], eine Charakterpflanze N.-Zürichs.
Prof. Dr. C. Schröter und Prof. Dr. M. Rikli: Botanische Führung.
Prof. Dr. W. Wyssling und Prof. G. Narutowicz: Führung durch das Elektrizitätswerk Rheinsfelden.

Die Anmeldung unter Benützung des beiliegenden Formulars hat bis spätestens Samstag vormittag den 19. Mai zu erfolgen. Bei ausgesprochen schlechter Witterung findet die Exkursion Sonntag den 3. Juni statt. Auskunft erteilt Samstag den 19. Mai, abends von 8—10h und Sonntag früh den 20. Mai von 5h30—6h30 telephonisch: Dr. Baumann-Näf (Tel. 1741), Prof. Dr. Bosshard (Tel. 9365).

Eine gemeinsame Mahlzeit ist nicht vorgesehen. Die Exkursionsteilnehmer sind gebeten, etwas Proviant mitzunehmen. In Glattfelden und Eglisau ist für kalte Küche vorgesorgt.

Literatur über das Exkursionsgebiet.

* J. Hug: Geologie der nördlichen Teile des Kantons Zürich. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Neue Folge. Liefg. 15 (1907). Fr. 6.—.
* J. Hug: Geologische Karte von Kaiserstuhl (Nr. 36).
* Dr. Fritz Hunziker: Glattfelden und Gottfried Kellers Grüner Heinrich. Zürich 1911. Rascher & Cie.
E. Bollmann und F. Hunziker: Gottfried Keller, Heimat und Dichtung. Frauenfeld 1915. Huber & Co.
E. Ermatinger: Gottfried Kellers Leben, Briefe und Tagebücher, 3 Bde. Stuttgart 1915/16. J. G. Cotta.
O. Heer: Die Flora des Kantons Zürich. Eröffnungsrede zur 48. Jahresversammlung der Schweiz. Naturf. Gesellschaft 1867.
O. Nägeli: Über die Flora von N.-Zürich, Heft VII der Zürch. bot. Gesellschaft (1899).
O. Nägeli: Das westliche Florenelement in der Nordschweiz. Berichte der Schweiz. bot. Gesellschaft, Heft XV (1899).
M. Rikli: Die Flora von N.-Zürich im geographischen Lexikon der Schweiz. Bd. VI, S. 751 u. ff. (1910).
K. Heusser: Die Entwicklung der generativen Organe von *Himantoglossum hircinum* Spr. Diss. Eidg. Tech. Hochschule 1914.
Siegfried-Atlas. Blätter Nrn. 41 (Bülach), 26 (Kaiserstuhl) und 27 (Eglisau).

Auf dem Weg von Bülach über Hochfelden, Schachen nach Glattfelden erklärte Dr. Jakob Hug die geologischen Verhältnisse, sozusagen eine ergänzende Vorführung seines Vortrages im letzten Winter. Im ersten Teil des Weges befindet man sich in ausgeprägter Moränenlandschaft. Der Linth-Rhein-Gletscher streckte seine Zungen bis hier aus. Beim langsamen Rückzug des Gletschers blieben keine Endmoränenkränze zurück, wohl aber da ein Stück Moräne, dort wieder eins, was eine gewisse Unruhe in die Landschaft bringt. Alles aber sind sanfte Formen. Da die Moränen und Schotter leicht durchlässig für Wasser sind, so ist die Entwässerung fast rein unterirdisch. Die-

oberflächliche Entwässerung fehlt fast vollständig, man sieht keine Einschnitte, keine Gräben, keine Bäche oder Durchstiche. Da nicht mehr geschwemmt wird, ist die Landschaft der letzten Eiszeit vorzüglich erhalten. Unter den Moränen ziehen sich die Schotter der vorletzten Eiszeit durch. Man kann sie von denen der letzten Eiszeit dadurch unterscheiden, dass sie durch Kalkhäute verkittet sind; man nennt sie auch löcherige Nagelfluh. Die jüngeren Schotter sind nicht verkittet, sie enthalten verhältnismässig mehr Granite als die ältern.

Vor Schachen im Hegsten treffen wir auf die äussere Endmoräne des Stadiums von Killwangen. Das ist die Quelle des Gletscherwassers des Linth-Rhein-Gletschers. Von hier an ist man im Reich der alten Schmelzwasserbäche. Bis hieher war die Landschaft wellig, von hier an ausgeebnet. Diese mächtigen Gletscherböden, durch Schmelzwasser flach ausgeebnet, sind sehr bezeichnend. Ein Teil des Gletscherwassers floss von hier nach Eglisau, ein anderer durchs Glattal weiter. Im Schachen findet man also keine Moränen mehr, sondern junge Schotter der letzten Eiszeit, die mit den vorher durchstreiften Moränen zusammengehören. Bei der Glattbrücke vor Glattfelden ist der einzige Aufschluss des anstehenden Gesteins, von der Glatt angeschnitten. Durch Bohrungen ist festgestellt, dass daneben die Molasse viel tiefer wegerodiert ist und dass diese Stelle das linke Ufer darstellt eines 7—800 m breiten alten Tales, durch das der Urstrom floss. In dessen Schottern strömt nun der Grundwasserstrom, der etwa 700 m weiter unten in den Rhein mündet als die oberirdische, nun allerdings neuestens umgeleitete Glatt.

Über die forstlichen Verhältnisse unterrichtete uns der Kreisförster von Bülach, Forstmeister Paul Hefti, in vorzüglicher, klarer Weise. Man kennt Reinbestände und den gemischten Plänterwald. Wir standen am Hegsten bei einem reinen Rottannenwald. Ein reiner Bestand, in dem also nur eine Baumart gepflanzt ist und alle Bäume gleichaltrig sind, entwickelt weder grosse Wüchsigkeit noch starke Gesundheit. Diese Pflanzweise hatten wir von Sachsen gelernt, wo sie jetzt noch getrieben wird, da man dort Grubenhölzer ziehen will, sonst nichts. Ein solcher Reinbestand birgt viele Gefahren: 1. Die Rotfäule, die sich von Wurzel zu Wurzel mitteilt, bringt die Stämme zu Entwertung und zum Absterben. 2. Der Halimasch-Pilz, Agaricus melleus, zerstört die Bastschicht des Baumes. Er tritt nesterhaft auf und verursacht lückige Bestände. 3. Da die Rottannen ein flaches Wurzelsystem besitzen, werden leicht ganze Gruppen vom Wind geworfen. 4. Die Fichtenblattwespe, Nematus abietum, beschädigt die jungen Triebe und bringt sie zum Absterben. Darum sind in unsern Lagen, im Gegensatz zum Hochgebirge, reine Rottannenbestände nicht von langer Dauer und nicht zur Fortsetzung empfehlenswert. Besser sind Mischungen aller einheimischen Hölzer mit Vorherrschen des einen oder andern je nach Boden und Höhenlage. Die Mischung erzielt man durch gruppenweises, horstweises Einpflanzen; die Lichtholzarten kann man auch in einzelnen Exemplaren einpflanzen, da sie in der Jugend raschwüchsig sind. Das beste Gedeihen erzielt man, wenn die Bäume auch nach Alter gemischt sind, dass man also durchforstet, aber nicht kahlschlägt, denn Kahlschlag erzeugt Bodenverhärtung durch Austrocknung und durch Verfilzung mit Gras oder Heide. Diese vorzügliche Plänterung des Waldes darf nicht verwechselt werden mit der in alter Zeit üblichen unregelmässigen Plänterung, die nur eine Plünderung war.

Prof. Schröter legte dar, wie die Buchen durch Drehen der Blattstiele ganze Äste zu einer flachen Schicht, einem Lichtschirm, ausbilden, um im dunkeln Wald durch diese Stellung das wenige Licht möglichst gut auszunützen. Es geschieht dies durch Lichtsinnesorgane, Papillen, an den Blattstielen. Die gewölbten Zellen wirken als Lichtsammler und bleiben nur in Ruhe, wenn das Lichtbild richtig in die Mitte der Zellen-Hinterwand fällt.

In Glattfelden erfreute uns Prof. Dr. E. Ermatinger mit literarischen Ausführungen. Aus der epischen Landschaft mit ihrer Ruhe, Behaglichkeit und Fülle, wie wir die Gegend aus Dr. Hugs geologischen Erklärungen kennen, ging das grösste epische Genie des 19. Jahrhunderts hervor. Der Vater Keller war Bauer in Glattfelden. Nachdem er von vierjährigem Auslandsaufenthalt heimgekommen war, heiratete er Elisabeth Scheuchzer aus altem stadtzürcherischem Geschlecht, die aber auch in Glattfelden aufgewachsen war. Er starb früh. Die Mutter wohnte mit ihrem Gottfried in Zürich, aber alle Ferien durfte er beim Onkel Dr. med. Scheuchzer in Glattfelden zubringen. Das waren für ihn sonnige Tage in freier Natur in der grossen Familie des Onkels, wo ein reges Leben herrschte; er selber war wie die Natur echt und tüchtig. Im Grünen Heinrich schildert Gottfried Keller Glattfelden mit den umliegenden Hügelkuppen, die er als liegende Walrosse bezeichnet. Das beschriebene Pfarrhaus hat er aus dem Doktorhaus, dem eigentlichen Pfarrhaus und dem „Hof“, einem Patrizierhaus, zusammengeschweisst. In diese ruhige Landschaft ist Gottfried Keller eingewachsen, nicht nur im Grünen Heinrich, auch in Romeo und Julie auf dem Dorfe; auch politisch weist seine Stellungnahme auf diese Grenzlandschaft gegen Deutschland hin.

Wir besichtigten nun das Scheuchzerhaus. In Kellers Mansardenstube ist ein Loch in der Wand. Dorthin hatte er in schwerer Zeit ein Schwarzbild gemalt, einen Pfaffen mit Hörnern und darunter geschrieben: Schwarz ist der Teufel, schwarz ist die Nacht, schwarz sind die Pfaffen in heiliger Tracht. Leider ist das Bild, aus der Wand herausgesägt, in Privatbesitz übergegangen. Es ist sehr zu hoffen, dass es nicht ins Ausland gehe, sondern wieder gewonnen werde, um, an Ort und Stelle eingefügt, besichtigt werden zu können.

Auf dem nordöstlichen Hügel lagerten wir uns im Buchenwald zur Mittagsrast. Nachher setzte Prof. Dr. H. C. Schellenberg seinen wirtschaftsgeographischen Bericht, von dem er vormittags einen Teil gegeben hatte, fort auf aussichtsreicher Kuppe, von der aus man das Gesagte in der Landschaft ausgebreitet sehen konnte. Während das Zürcher Oberland und schon die Höhen des Zürichberges zum Gebiet der Hofsiedelung gehören, sind wir in Nord-Zürich im Gebiet der Dorf- und Weilersiedelung, wo sich die Feldereinteilung nach dem Dorf richtet. Hauptsache war der Getreidebau. Das Bauernhaus von Nord-Zürich ist das Riegelhaus, ursprünglich ein Holzgestell und dazwischen hineingemauert. Der Wohnstock ist immer an einem Ende der Scheune, der First eine gerade Linie im Gegensatz zum Berner Kreuzstock, wo schon die Axe des Wohnstocks quergestellt ist. Hier stammen die Häuser aus einer Zeit, wo der Getreidebau die Hauptsache bildete, es sind also Getreidescheunen und für diesen Zweck praktisch. Jetzt ist die Viehhaltung Hauptsache geworden, dafür sind aber die alten Getreidescheunen nicht mehr passend, viel zu klein. Es müssen also Viehställe angehängt werden. Da im Längsfirst die Entwicklungsmöglichkeit nicht gegeben ist, stellt man öfter die Neubauten heraus.

Das alte Bauerndorf zeigt ringförmige Anordnung. Um die Kirche legen sich die Häuser der Bauern und Handwerker, darum ein Kranz von Baumgärten, weiter draussen der Gürtel der Felder und zuäusserst die Zone des unbebauten Landes, die Allmend oder Ägerten. Im Gebiete der Hofsiedelungen dagegen liegen um die Kirche nur die Häuser der Handwerker und die Schule, die Bauernbetriebe verteilt für sich.

Aus dem Bedürfnis der Broterzeugung ging die Dreifelderwirtschaft hervor. Die drei Felder oder Zelgen enthielten dann Wintergetreide, Sommergetreide, Brache. Jeder Bauer musste notgedrungen in jeder Zelge Land besitzen und auch bei Teilungen wurde jeder Teil wieder geteilt, so entstanden eine sehr starke Landzerstückelung, zur Bebauung der kleinen Landfetzchen ungezählte Weg- und Tretrechte und durch Hin- und Hergehen von „Blätz“ zu „Blätz“ grosser Zeitverlust. In jedem Stück war man zu einer bestimmten Kultur naturgemäss gezwungen, es herrschte der sog. Flurzwang. Seit man das Ausruhen des Bodens vom Getreide nicht mehr durch Brache, sondern durch Klee- und Hackfruchtbau bewerkstelligt, ist eigentlich eine Sechsfelderwirtschaft daraus hervorgegangen: Weizen, Roggen, Hackfrucht, Weizen, Roggen, Klee. Gemüse wurde ursprünglich auf dem Gemeindeland gepflanzt, das sind die „Bündten“, die eine Art Erbpacht darstellten. An den sonnigen Hängen in den Rebbergen fand natürlich wieder die Unterteilung jeder Reblage statt. Der unwirtschaftlichen Zerstückelung muss abgeholfen werden durch Güterzusammenlegung. Wir stehen in dieser Beziehung an der Schwelle eines grossen Umschwungs der Güterwirtschaft.

Die botanischen Verhältnisse von Nord-Zürich erläuterte Prof. Dr, M. Rikli. Diese Gegenden haben ihren eigenen Charakter, viele Pflanzen kommen hier vor, die man um Zürich vergebens sucht. Es sind Wärme und Trockenheit liebende Pflanzen. Im Vorfrühling blüht die hübsche Küchenschelle. *Anemone pulsatilla*, von der man jetzt noch die Früchte, die „wilden Mannen“ findet, ferner ein Sauergras *Carex ericetorum*. Der Sommeraspekt im Juni bringt die herrlichen Orchideen in Massen, Orchis-, Ophrys-Arten, *Himantoglossum* usw. Nicht weniger als vier Ginsterarten blühen dann, *Cytisus sagittalis, Cytisus nigricans, Genista tinctoria, Genista germanica*. Im Herbst folgen viele Schirmblütler und Astern, die alle um Zürich nicht vorkommen. Der Regen ist aber auch um vieles geringer. Gegenüber den 1147 mm jährlichem Niederschlag in Zürich hat Rheinau nur 941 mm, Andelfingen 845 mm und Schaffhausen gar nur 791 mm. Dazu kennen diese Hügel fast keinen Nebel, sie ragen ewig darüber hinaus. Das Klima erweist sich also als etwas kontinentaler, wobei der Charakter hauptsächlich durch die Niederschlagsverhältnisse bedingt wird.

Wo kommt die Flora her? Hatten wir auf der Lägernexkursion in erster Linie jurassische Einstrahlungen getroffen, so sind es hier vornehmlich östliche, pontisch-pannonische Pflanzen, die donauaufwärts wandernd hergekommen sind. Einige wie die Ginster ziehen glattaufwärts noch etwas weiter.

Dr. K. Heusser erklärte uns dann die wunderbare Riemenzunge, *Himantoglossum hircinum*, eine Orchidee, die sich durch lange, riemenförmige Lippe und starken Bocksgeruch auszeichnet. Der Geruch rührt von Capronsäure her, als Duftorgan wirkt hauptsächlich die Zunge.

Dem Hange des Laubbergs entlang begaben wir uns nach Rheinsfelden zu dem im Bau begriffenen Elektrizitätswerk. Prof. Wyssling führte aus, dass der Rhein hier elf Meter gestaut werden soll, so dass er 28000 PS liefert, im

Winter auf etwa 14000 zurückgehend. Jede der sieben Turbinenkammern kann bei höchstem Gefälle 6000 PS, bei niederm Wasserstand immer noch 3000—3500 PS liefern. Bei vollem Ausbau sollen 60 Millionen Kilowattstunden verbrauchbar werden, beim ersten Ausbau 48 Millionen, während zurzeit der ganze Kanton nur zwei Drittel davon von den nordostschweizerischen Kraftwerken bezieht.

In drei Gruppen, unter freundlicher Führung der bauleitenden Ingenieure Payot (des elektromechanischen Teils), Gugler (des baulichen Teils) und dessen Stellvertreters Biverun besichtigten wir die interessanten Anlagen mit ihren Senkkasten, der Schiffahrtsschleuse an der badischen Seite und der Fischtreppe an der Zürcher Seite, die im Wechsel von 50 cm hohen Wasserfallstufen mit zwei mal zwei Meter grossen Teichlein den Fischen ein Alpenbächlein zum Aufwärtsspringen vorspiegelt.

Ihren Beschluss fand die Exkursion in Eglisau, wo der Präsident der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, Rektor Prof. Dr. E. Bosshard, den Leitern und Vortragenden allen den besten Dank aussprach für Leitung und Vorträge, sowie Herrn Oberst Schöllhorn für die hübsche Überraschung des kühlen Trunkes im Walde. Der Schwestergesellschaft von Winterthur entbot er herzlichen Willkommensgruss.

Protokoll der Sitzung vom 22. Oktober 1917,

abends 8 Uhr, im Hörsaal 4c des Eidg. Physikgebäudes.

Vorsitzender: Prof. Dr. E. Bosshard. Anwesend 170 Personen.

1. Der Präsident gibt seiner Freude Ausdruck, dass bereits die erste Wintersitzung sich eines so stattlichen Besuches erfreut und teilt mit, dass sich für das Winterhalbjahr 1917/18 so viele Vortragende angemeldet haben, dass es unmöglich ist, alle Angebote zu berücksichtigen. Die Sitzungen werden je am 2. und 4. Montag jedes Monats im grossen Zunftsaal zur Schmidstube stattfinden.

2. Da der Präsident verhindert war, ist von unserer Gesellschaft Herr Dr. E. Rübel an die Feier des hundertjährigen Bestandes der Basler Naturforschenden Gesellschaft abgeordnet worden. Bei dieser Gelegenheit wurde eine künstlerisch ausgeführte Gratulationsadresse überreicht. Daraufhin erhielten wir folgendes Dankesschreiben zugeschickt:

An die Naturforschende Gesellschaft in Zürich.

Sehr geehrte Herren!

Es drängt uns, Ihnen auch noch schriftlich unseren wärmsten Dank für die Entsendung einer Delegation zu unserer Jubiläumsfeier und für die prächtige Glückwunschadresse, welche Sie uns bei diesem Anlass überreicht haben, auszusprechen. Möge auch Ihrer Gesellschaft in der Verfolgung unserer gemeinschaftlichen Ziele noch mancher schöne Erfolg beschieden sein.

Im Namen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel,

Der Präsident: Fritz Sarasin.

Der Sekretär: H. G. Stehlin.

Basel, den 27. Juni 1917.

3. Es ist am 19. Oktober folgender Brief vom Jahresvorstand der Jahresversammlung 1917 der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft eingegangen:

Zürich, den 19. Oktober 1917.

An die Tit. Naturforschende Gesellschaft in Zürich.

Herr Präsident!
Hochgeehrte Herren!

Am Schlusse der zweiten Hauptversammlung der schweizerischen Naturforschertagung wurde mit lebhafter Akklamation ein Antrag des Zentralvorstandes gutgeheissen, dahingehend, es sei der Jahresvorstand zu beauftragen allen denen den Dank der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft auszusprechen, welche zu dem schönen Gelingen der Jahresversammlung beigetragen haben, in erster Linie insbesondere der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich.

Mit Freude kommen wir diesem willkommenen Auftrag nach. Im Namen des Jahresvorstandes und im Auftrag der Jahresversammlung sprechen wir hiemit der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich den allerwärmsten Dank aus für die grosszügige Art und Weise, in der sie die Zürcher Tagung durchgeführt hat.

Wir erwähnen insbesondere in erster Linie die ausserordentlich inhaltreiche und schön ausgestattete Festschrift, dann den so gastfreundlichen Empfang am Sonntag Abend mit der warmen Begrüssungsrede Ihres Präsidenten, die freundliche Bereithaltung bedeutender Mittel zur Deckung eines eventuellen Defizites, und endlich — last not least — die aufopfernde Mitwirkung zahlreicher Ihrer Mitglieder bei der Vorbereitung und Durchführung der Tagung.

Wahrlich, Ihre Gesellschaft darf die Tage der 99sten Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft als Ehrentage in das goldene Buch ihrer Geschichte eintragen!

Im Namen des Jahresvorstandes und im Auftrag der Jahresversammlung
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft,

Der Jahrespräsident: C. Schröter.
Der I. Jahressekretär: E. Rübel.

Der Vorsitzende spricht unsererseits dem Jahresvorstand der S. N. G. den warmen Dank der Gesellschaft für die erfolgreiche Durchführung der Versammlung aus.

4. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:

Herr Dr. Paul Schläpfer, Direktor der Eidg. Prüfungsanstalt für Brennstoffe a. E. T. H., Winterthurerstr. 47, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. Leo Wehrli.

Herr Dr. Ludwig Zehnder, Prof. für Physik, Klosbachstr. 119, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. Piccard.

Herr Dr. Walter Benz, Prof. d. Math. an der kant. Industrieschule, Zeppelinstr. 28, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Prof. E. Lüdin.

Herr Walter Blum-Jenny, stud. phil. Archeol., Zollikerstr. 188, Zürich 8, empfohlen durch Herrn H. Messikommer.

Herr Theophil Salis, Apotheker, Werdstr. 5, Zürich 4, empfohlen durch Herrn Dr. Wolfer.

Herr Dr. Robert Billwiller, Adjunkt der Eidg. Meteorol. Zentralanstalt, Plattenstr. 44, Zürich 7, empfohlen durch Hrn. Prof. Rikli und Dr. Rübel.

Herr Dr. Hans Eduard Fierz-David, Prof. d. Chemie an der E. T. H., Kirchgasse 42, Zürich 1, empfohlen durch Herrn Dr. Kienast.

Frl. Yvonne Boner, cand. phil. Zool., Seestr. 110, Zürich 2, empfohlen durch Frl. Jeanne Schwyzer.

Herr Dr. med. Kurt Wehrlin, Steinwiesstr. 17, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Prof. Henschen und Herrn J. Friedländer.

Herr Dr. Israel Lifschitz, Priv.-Doz. Chem. an der Universität, Universitätsstr. 27, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Prof. Staudinger.

Frl. Marta Meyer, Lehrerin, Minervastr. 128, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.

Herr Heinrich Preiswerk, cand. Masch.-Ing., Gladbachstr. 74, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.

Herr Paul Greiner, Kaufmann, Kilchberg (Zürich), empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.

Herr Fritz Locher, dipl. Ing., Aubrigstr. 10, Zürich 2, empfohlen durch Herrn Prof. Schinz.

Herr Dr. Robert Arnot, Chem., Eidg. Chemiegebäude, empfohlen durch Herrn Prof. Bosshard.

Herr Ernst Hanf, stud. med., Universitätsstr. 51, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Prof. Schinz.

5. Vortrag des Herrn Privatdozenten Prof. Dr. August Piccard:

Die Radioaktivität und die isotopen Elemente.

Mit Vorführungen.

(Autoreferat nicht eingegangen.)

Der Vorsitzende spricht dem Vortragenden den besten Dank aus für die interessanten Ausführungen und Vorführungen und verdankt dem Schulrat die Überlassung des Hörsaals für diese Sitzung.

Für den abwesenden Sekretär: Prof. Dr. M. Rikli.

Protokoll der ausserordentlichen Hauptversammlung vom 12. November 1917,

abends 8 Uhr, auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Prof. Dr. E. Bosshard. Anwesend 100 Personen.

Traktanden:

1. **Unsere Gesellschaft hat durch den Tod verloren:**
   am 3. August 1917 Geheimrat Prof. Dr. Georg Frobenius, Mitglied seit 1875, Ehrenmitglied seit 1896,
   im Mai 1917 Dr. Moritz Wolff,
   am 27. September 1917 Karl Seelig,
   am 12. Oktober 1917 Dr. W. A. Keller, Geologe in Guriew.
   Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Verstorbenen von ihren Sitzen.
2. Die Protokolle der Hauptversammlung, der Lägernexkursion und der letzten Sitzung werden genehmigt unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär.
3. Ersatzwahlen (infolge Wegzugs des Vizepräsidenten Herrn Professor Dr. Henschen und infolge Hinschieds des Rechnungsrevisors Hrn. K. Seelig).

   Es werden gewählt:

   als Vizepräsident Dr. Eduard Rübel;
   als Sekretär Dr. Alfred Kienast;
   als Beisitzer Prof. Dr. Walter Frei;
   als Rechnungsrevisor Wilhelm Kummer-Weber.

4. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:

Frl. Erna Jenny Heydweiller, Geologin, Susenbergstr. 96, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Prof. Schardt.

Herr Eduard Escher-Pestalozzi, Kaufmann, Bergstrasse 114, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Prof. Henschen.

Frl. Helene Abramovicz, Dr. Ass. am anthrop. Inst. Univ., Spyristr. 11, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Prof. Schlaginhaufen.

Herr Dr. Eugen Paravicini, Assistent für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Appollostr. 8, Zürich 7, empfohlen durch die Herren Prof. M. Rikli und Prof. H. C. Schellenberg.

5. Angesichts der derzeitigen veränderten Zeiteinteilung wird beschlossen, künftig die Sitzungen um 7½ Uhr zu beginnen.

6. Vortrag des Herrn Dr. Emil Ott, Leiters des Laboratoriums des Gaswerkes der Stadt Zürich in Schlieren:

Unsere Gaswerke in der Kriegszeit.

Die Schweiz braucht normalerweise jährlich über 3 Millionen Tonnen fester fossiler Brennstoffe, d. h. Steinkohlen, Braunkohlen, Briketts und Koks. Davon sind 612000 Tonnen, d. i. etwa ein Fünftel, Gaskohlen mit 30—40% an flüchtigen Bestandteilen, bezogen auf die wasser- und aschefreie Substanz. Nun ist aber der Anteil der Gaswerke an der gesamten Wärmeversorgung unseres Landes bedeutend grösser als ein Fünftel. Nicht nur fällt ein beträchtlicher Teil des nicht den Gaswerken zugeführten Kohlenbedarfs wegen seiner Kraft- und Lichtleistung ausser Betracht bezüglich reiner Wärmeerzeugung, sondern auch die bessern Wirkungsgrade der Gaswerksprodukte Gas und Koks gegenüber denen der rohen Kohlen machen jene Produkte gewichtiger. Die genannten bessern Wirkungsgrade ermöglichen überdies eine Ersparnis an Brennstoff bis zu 50 und mehr %, was besonders in der Gegenwart nicht hoch genug anzuschlagen ist. Schon deshalb wäre es mangels an Gaskohlen wünschenswert, den Gaswerken geeignete Industriekohlen zuzuweisen, deren Koks der Industrie zurückzuerstatten wäre.

Von weiterer aktueller Bedeutung ist die Erzeugung, Gewinnung und Verarbeitung der Nebenprodukte Ammoniak und Teer durch die Gaswerke. Diese Erzeugnisse wanderten vor dem Krieg zum überwiegenden Teil ins Ausland, wogegen sie jetzt nicht einmal dem Inlandbedarf ganz genügen können. So braucht mehr Ammoniak als Sulfat die Landwirtschaft, zum Teil als Ersatz für den fehlenden Chili-Salpeter, und grosse Mengen Ammoniaks verlangt die Schweizerische Sodafabrik in Zurzach und die Sprengstoffindustrie. Das fast gänzliche Ausbleiben der ausländischen Teerprodukte bewirkte die Erstellung verschiedener Teerdestillationen im Anschluss an Gaswerks- und andere Betriebe. Diese Destillationen stellen Vorprodukte in Form verschiedener Ölfraktionen und rohe Endprodukte als sog. destillierter Teer und Pech dar. Das leichteste Öl wird in einer besondern Sprengstoffabrik auf reines Benzol, Toluol und Xylol verarbeitet, wovon ein Teil nitriert wird zwecks Gewinnung von Sprengstoffen.

Da besonders Benzol und Toluol aus dem Teer der Nachfrage von seiten der Sprengstoff-, Farbstoff- und Heilmittelindustrie, der Automobilbesitzer usw. nicht genügen, wird eine erste Anlage zur Auswaschung dieser Kohlenwasserstoffe aus dem Steinkohlengas nach dem Verfahren Darier im städtischen Gaswerk in Schlieren erstellt.

Bemerkenswert ist auch der Gasschwefel, der jährlich etwa 3000 Tonnen konzentrierter Schwefelsäure liefern würde.

Weil der Ausfall an Gaskohlen mindestens 30% des Normalbetrages ausmachen wird, mussten eifrig Kohlenersatzmittel gesucht werden. Als ausländische Produkte werden viel Schlamm- und Grieskohlen bezogen, die aber leider bis 50 und mehr % Asche und Wasser aufweisen. Trotzdem sind sie den meisten inländischen Kohlen ältern und jüngern Datums vorzuziehen, da sie gewöhnlich mehr und besseres Gas geben. Ob die qualitativ überlegene Rufikohle aus der Umgebung von Schänis in grösseren Mengen gefördert werden kann, dürfte sehr zweifelhaft sein.

So sind denn Holz und Torf unsere wichtigsten inländischen Kohlenersatzmittel, trotzdem sie zusammen den genannten Kohlenausfall von 30% auch kaum zu decken imstande sind.

Die Verwendung dieser beiden Brennstoffe zu Entgasungszwecken erheischt nun aber verschiedene Massnahmen. Wegen des hohen Wassergehalts des Torfs bis zu 90% und des Holzes bis zu 60% müssen beide Materialien zunächst getrocknet werden. Das geschieht entweder durch Lagern an der Luft oder durch Nutzbarmachung irgendwelcher Abhitze. So bekommt gerade jetzt unser städtisches Gaswerk eine Torftrocknungsanlage, die die sonst täglich millionenweise aus den Rauchzügen der Öfen verloren gehenden Wärmeeinheiten teilweise ausnutzen soll, und bald wird auch noch eine Dampfkesselanlage in einen Rauchkanal eingebaut werden. — Um dem stark kohlensäurehaltigen Holz- und Torfgas einen ungefähr normalen Heizwert zu geben, wird die Kohlensäure durch Kalk entfernt oder es wird heizkräftiges Azetylen zugesetzt, was aber beides die Wärmeeinheit sehr verteuert. — Die bei der Holzdestillation gebildete und die Apparate schädigende Essigsäure sowie die ausserordentlich wasserhaltigen und daher nicht wertvollen Teere aus Holz und Torf werden durch hohe Retortentemperaturen möglichst zersetzt und in Gase aufgespalten. Die der Zersetzung entgangene Essigsäure muss durch irgendein Alkali neutralisiert werden. — Als Rückstand hinterbleibt Holzkohle und Torfkoks, wovon besonders jene sehr wertvoll ist, da sie nur wenig Asche enthält.

Die notorische Brennstoffknappheit können auch die Elektrizitätswerke nur in verschwindendem Masse beheben. Wenn wir, jedenfalls zu hoch gerechnet annehmen, die schweizerischen Elektrizitätswerke geben im laufenden Jahr $1^1/_2$ Milliarden Kilowattstunden insgesamt, also für Kraft-, Licht- und Wärmezwecke zusammengenommen, ab, so entspricht das theoretisch 1290 Milliarden Wärmeeinheiten, d. h. noch nicht einem Drittel der in den eingeführten Gaskohlen steckenden Wärmemenge, die 4284 Milliarden Wärmeeinheiten beträgt Wollen wir aber den Vergleich gar auf die jährlich insgesamt eingeführten fossilen festen Brennstoffe, also ausschliesslich Petroleum, ausdehnen, so finden wir, dass die in Wärme ausgedrückte genannte Strommenge nur ein Vierzehntel der importierten 18000 Milliarden Wärmeeinheiten ausmacht, oder immer noch nur ein Siebentel bei Einräumung doppelt so hoher Wirkungsgrade bei der elektrischen Wärmeerzeugung. Da wegen der schwierigen Spitzendeckung kaum mehr eine erheblich höhere Belastung der jetzigen Elektrizitätswerke zu erwarten ist, und da die gesamte Ausnutzung unserer Wasserkräfte noch Jahrzehnte auf sich warten lassen wird, dürfte die Rolle der Elektrizitätswerke bezüglich reiner Wärmeerzeugung noch lange Jahre sehr bescheiden sein.

(Autorreferat.)

In der Diskussion betont Prof. Heim, dass neben den Rufikohlen auch die Simmentalerkohlen, die wohl noch am wenigsten ausgebeutet sind, Beachtung verdienen. Dr. Arnold Heim macht auf die Möglichkeit des Ausbeutens direkter natürlicher Erdgasquellen aufmerksam, z. B. am Ricken. Prof. Bosshard freut sich, dass endlich auch bei uns Benzol und Toluol aus dem Leuchtgas gewonnen wird. Man sollte die Steinkohlen auch zuerst entgasen. Ein Lichtblick sei, dass die Pyrite von Aproz im Wallis sich als gut verwertbar erwiesen haben. Schon im ersten Kriegsjahr haben fünf Vertreter der technischen Chemie darauf aufmerksam gemacht, dass die Torfausbeutung genügend studiert werden sollte. Es ging leider zu langsam. Bei den Gasmasken ist die Holzkohle mehr Träger der Absorptionsmittel als selber Mittel.

Der Vorsitzende verdankt dem Vortragenden aufs beste seine interessanten Ausführungen. Der Vortragende beantwortet die Frage der Naturgasquellen, dass die Verwendung schon versucht worden sei, aber bei Anlage teurer Einrichtungen wisse man nie, ob die Quelle nicht plötzlich versiege.

Protokoll der Sitzung vom 26. November 1917,

abends 7½ Uhr, auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Prof. Dr. E. Bosshard. Anwesend 120 Personen.

Traktanden:

Der Vorsitzende eröffnet die Sitzung unter Vorlage der Erlaubnis zur Abhaltung der Versammlung durch das Platzkommando.

1. Unsere Gesellschaft hat durch den Tod verloren:
   am 11. November 1917 Eduard Bissegger,
   am 23. November 1917 Dr. med. Karl Stäubli, Priv.-Doz. a. d. Univ.
   Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Verstorbenen von ihren Sitzen.
2. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär.
3. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
   Herr cand. phil. Hans Philipp Roothaan, Geologe, Hadlaubstrasse 7, Zürich 6, empfohlen durch Herrn Prof. Grubenmann.
   Herr Dr. med. Walter Geilinger, Talacker 34, Zürich 1, empfohlen durch Herrn Dr. P. Wolfer.
4. Vortrag des Herrn Privatdozenten Dr. William D. Treadwell:

Von neueren Anschauungen auf dem Gebiet der Atomistik.

Das Energieprinzip und die kinetische Gastheorie förderten um die Mitte des 19. Jahrhunderts die rein mechanische Naturauffassung so sehr, dass sich eine Überschätzung derselben verbreitete. Freiwillig in der Natur vorkommende Veränderungen zeigen nun aber einen ausgesprochen einseitigen Verlauf, gerade so als ob die Natur für den Endzustand als den stabileren eine ausgesprochene Vorliebe besässe. Um diese Kategorie von Erscheinungen zu erklären, fehlt in der reinen Mechanik jeder Anhaltspunkt. Die Thermodynamik hat im Anschluss an diese Erscheinungen den Entropiebegriff entwickelt.

Notwendigerweise musste nun auch die Frage nach der atomistischen Bedeutung der Entropie auftreten. Und diese konnte nach dem Misserfolg der rein mechanischen Naturauffassung nicht in den speziellen Eigenschaften der einzelnen Moleküle liegen. Bei der Erklärung von Naturvorgängen handelt es sich eben auch darum, die Atome eines Körpers in ihrer Gesamtheit zu betrachten.

Durch die Aufstellung der Zustandswahrscheinlichkeit gelang es L. Boltzmann, von atomistischer Seite her den Anschluss an den Entropiebegriff in der glücklichsten Weise herzustellen. Eine wesentliche Vertiefung der Vorstellungen brachte dann die Einführung des Absolutwertes der Entropie durch Planck und Nernst. Während die Entropie als thermodynamische Grösse sich aufbaut aus experimentell leicht bestimmbaren Mittelwertgrössen, z. B. Druck und Temperatur, baut sich die Zustandswahrscheinlichkeit aus diskreten Elementargebieten von ganz bestimmter Grösse auf. Die Existenz solcher Elementargebiete von ganz bestimmter Grösse und universeller Bedeutung stellt nach Planck den Kern der sog. Quantenhypothese dar.

An der Hand von verschiedenartigen Beispielen wurde erläutert, in welcher Art und Weise sich in einem messbaren Mittelwert die begrenzte Zahl der ihn bildenden Elemente bemerkbar machen kann.

Stets sieht man hierbei die Entropie als ein ausserhalb der Mechanik stehendes, vollkommen selbständiges Naturprinzip. Es ist sehr wohl möglich, dass gerade in der Entropie die atomistische Struktur der Materie in ihrer tiefsten Eigenart zum Ausdruck kommt. Für das Elementargebiet der Wahrscheinlichkeit fehlt einstweilen jede konkrete physikalische Deutung. Vielleicht entspricht es einer viel zu mechanischen Auffassung der Dinge, wenn man eine solche erwartet. Ist man doch dabei, den Lichtäther abzuschaffen und endgültig zu verzichten auf ein mechanisches Begreifen der Lichtschwingungen und der Schwerkraft.

Das ändert aber nichts an der Tatsache, dass Elementargebiete von universeller Bedeutung existieren und dass wir sie zum Verständnis der Natur nicht entbehren können.

(Autoreferat.)

Herr Prof. Edgar Meyer weist auf Fälle hin, in denen die Entropie abnehmen kann und es entspinnt sich zwischen ihm und dem Vortragenden eine Diskussion über den Maxwell'schen Dämon und gewisse Resultate von Smolu-chowsky. Prof. Baur wünscht weitere Aufklärung betreffend gewisse vom Vortragenden nur kurz gestreifte Beziehungen zum Auftreten elektromotorischer Kräfte. Mit den ergänzenden Ausführungen von Dr. Treadwell erklärt sich sodann Prof. Baur als befriedigt. Der Vorsitzende verdankt die Ausführungen des Vortragenden und die Bemerkungen von Prof. Meyer.

Der Sekretär: Dr. A. Kienast.

Protokoll der Sitzung vom 10. Dezember 1917,
abends 7½ Uhr, auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Prof. Dr. E. Bosshard. Anwesend: 97 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter Verdankung an Autoreferenten und Sekretär.
2. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
   Herr Dr. Ernst Blumer, Geologe, Mittelbergsteig 15, Zürich 7, empfohlen durch Herrn Dr. Rübel.
   Herr Markus Zschokke, Ass. am vet.-anat. Inst. Univ., Peterhofstatt 7, Zürich 1, empfohlen durch Herrn Prof. Zietzschmann.
   Herr Helmut Koch, dipl. Ing., Freigutstrasse 9, Zürich 2, empfohlen durch Herrn Prof. E. Baur.
3. Die Ausgabe des Neujahrsblattes findet statt im Lesesaal der Zentralbibliothek am 2. Januar, 9—12 Uhr. Mitglieder, die ihr Exemplar nicht abholen, erhalten es im Laufe des Januar durch die Post zugestellt.

4. Vortrag des Herrn Dr. Konrad Bretscher: Der Gesang der Vögel.

Die Lautäusserungen der Vögel sind der reflexartige Ausdruck von Gefühlen, Stimmungen und Affekten, die sie bewegen. Solche Laute sind die Lock-, Warn-, Angst- und Schreckrufe, aus denen sich der Gesang als zusammenhängende Folge von Tönen herausgebildet hat. Die Lock- werden zu Warnrufen, indem sie lauter ausgestossen und rascher wiederholt werden, sofern beide nicht von einander verschieden sind. Die umgebende Vogelwelt wie die übrigen Tiere verstehen die letztern. Da der eigentliche Gesang meist nur dem Männchen und zur Paarungszeit eigen ist, dient offenbar er der Anlockung und Bezauberung der Weibchen. Dass dieses die Sangeskunst nicht ausübt, liegt in der Arterhaltung begründet. Sowohl nach den Tages- als auch nach den Jahreszeiten zeigen die Vögel in der Ausübung ihrer Kunst ein regelmässiges Verhalten. Die Frühsänger beginnen schon bald nach Mitternacht, jedenfalls bei der Morgendämmerung zu singen und die verschiedenen Arten halten dabei eine ziemlich regelmässige Reihenfolge ein. Die Amsel nimmt bei uns den Gesang schon im Februar wieder auf; zuerst allerdings klingt er noch unbeholfen, bis das Organ wieder eingeübt ist. Im Mai erreicht das Vogelkonzert seinen Höhepunkt und verstummt allmählich bis im Juli, dem Eintritt der Mauser.

Die Tongebung ist verschieden nach Arten, oft nach Gegenden innerhalb der Arten, aber auch nach Individuen. Eine sehr häufige Erscheinung ist das Spotten, indem die Sänger irgendwo gehörte Laute, Geräusche und Tonfolgen ihrem eigenen Liede einflechten. Der Storch, die Spechte und andere sind Instrumentalmusiker. Beim Vortrag ist der ganze Vogelkörper beteiligt und es wird hiefür meist ein hervorragender Platz gewählt. Bekanntlich singt die Lerche im Flug. Die Rufe und der Stimmcharakter jedenfalls sind angeboren; bezüglich der Melodien scheinen in dieser Hinsicht individuelle Unterschiede zu bestehen und oft das Vorbild von Artgenossen nötig zu sein. Die Erscheinung des Spottens bekundet den Einfluss der Nachahmung. Alle Lautäusserungen der Vögel haben grosse suggestive Wirkung schon auf die Jungen.

In erster Linie Paarungsruf, ist der Gesang aber auch ein Mittel zur Unterscheidung der Individuen voneinander, wie er dazu dienen kann, einen allfälligen Eindringling in ein besetztes Brutrevier fern zu halten.

Darwin erklärte die hohe Ausbildung des Gesanges durch geschlechtliche Zuchtwahl, Wallace durch natürliche Auswahl. Der erstere Standpunkt ist wohl der richtigere, da (Groos) der Gesang sexuell erregend wirken dürfte. In der Tat sind die Männchen sehr eifersüchtig und gehen im Wettgesang bis an die Grenzen ihrer Kraft.

Beim Herbstgesang und dem der jungen Vögel handelt es sich um Betätigung des Spielinstinktes und Einübung für die spätere Lebensfunktion.

Den Vogelgesang als Sprache zu bezeichnen, ist wohl zu weit gegangen, da bei ihm das Mitspielen von Bewusstsein nicht nachgewiesen ist.

(Autoreferat.)

Die Versammlung spendete dem Vortragenden grossen Beifall und der Vorsitzende verdankte die von vielseitiger eigener Beobachtung zeugenden Ausführungen aufs beste.

Der Sekretär: Dr. A. Kienast.

Verzeichnis der Mitglieder

der

Naturforschenden Gesellschaft in Zürich,

abgeschlossen am 31. Dezember 1917.

I.

Präsidenten der Gesellschaft.[1])

1746—1790 **Johannes Gessner,** Dr. med., Chorherr, Professor der Physik und Mathematik.
1790—1803 **Hans Caspar Hirzel,** Dr. med., Stadtarzt und Ratsherr.
1803—1812 **Joh. Heinrich Rahn,** Dr. med., Chorherr.
1812—1831 **Paul Usteri,** Dr. med., Arzt, Naturforscher und Staatsmann.
1831—1834 **Joh. Caspar Horner,** Dr. phil., Professor der Mathematik, Forschungsreisender.
1834—1847 **Heinr. Rudolf Schinz,** Dr. med., Arzt und Professor der Naturwissenschaften.
1847—1849 **Albert Mousson,** Dr. phil., Professor der Physik.
1849—1851 **Oswald Heer,** Dr. phil., Professor der Botanik.
1851—1853 **Arnold Escher von der Linth,** Dr. phil., Professor der Geologie.
1853—1855 **Albert Mousson,** Dr. phil., Professor der Physik.
1855—1857 **Heinrich Frey,** Dr. med., Professor der Zoologie.
1857—1859 **Albert Mousson,** Dr. phil., Professor der Physik.
1859—1861 **Rudolf Clausius,** Dr. phil., Professor der Physik.
1861—1863 **Arnold Escher von der Linth,** Dr. phil., Professor der Geologie.
1863—1865 **Oswald Heer,** Dr. phil., Professor der Botanik.
1865—1867 **Albert Mousson,** Dr. phil., Professor der Physik.
1867—1869 **Gustav Zeuner,** Dr. phil., Professor der Mechanik.
1869—1870 **Pompejus Bolley,** Dr. phil., Professor der Chemie.
1870—1872 **Johannes Wislicenus,** Dr. phil., Professor der Chemie.
1872—1874 **Carl Culmann,** Dr. phil., Professor der Ingenieurwissenschaften.
1874—1876 **Ludimar Hermann,** Dr. med., Professor der Physiologie.
1876—1878 **Carl Cramer,** Dr. phil., Professor der Botanik.
1878—1880 **Albert Heim,** Dr. phil., Professor der Geologie.
1880—1882 **Heinrich Friedrich Weber,** Dr. phil., Professor der Physik.
1882—1884 **Eduard Schär,** Dr. phil., Professor der Pharmacie.
1884—1886 **Wilhelm Fiedler,** Dr. phil., Professor der darstellenden Geometrie.
1886—1888 **Albert Heim,** Dr. phil., Professor der Geologie.

[1]) Die historischen Angaben sind der von Prof. Dr. F. Rudio verfassten Geschichte unserer Gesellschaft entnommen, die den ersten Band der „Festschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1746—1896“ (zugleich 41. Jahrgang der „Vierteljahrsschrift“) bildet. Diese Arbeit (274 Seiten und 6 Tafeln) gibt ein getreues Bild der Entwicklung unserer Gesellschaft während der ersten 150 Jahre ihres Bestehens und ist zugleich ein interessantes Stück Zürcher Kulturgeschichte. Sie ist bei der Buchhandlung Beer & Co., Peterhofstatt, Zürich, zum Preise von Fr. 10.— zu beziehen. Der 2. Band der Festschrift, zum selben Preise erhältlich, besteht aus 35 wissenschaftlichen Abhandlungen aus den Gebieten der Mathematik, Geodäsie und Astronomie, Physik, Chemie und Pharmacie, Mineralogie und Geologie, Botanik, Zoologie, Medizin. Er umfasst 598 Seiten und 14 Tafeln.

Der Vorstand.

1888—1890 **Carl Schröter,** Dr. phil., Professor der Botanik.
1890—1892 **Heinrich Friedrich Weber,** Dr. phil., Professor der Physik.
1892—1894 **Georg Lunge,** Dr. phil., Professor der Chemie.
1894—1896 **Alfred Kleiner,** Dr. phil., Professor der Physik.
1896—1898 **Wilhelm Ritter,** Dr. phil., Professor der Ingenieurwissenschaften.
1898—1900 **Ferdinand Rudio,** Dr. phil., Professor der Mathematik.
1900—1902 **Jakob Escher-Kündig,** Dr. phil. h. c., Kaufmann und Naturforscher.
1902—1904 **Arnold Lang,** Dr. phil., Professor der Zoologie.
1904—1906 **Ulrich Grubenmann,** Dr. phil., Professor der Mineralogie.
1906—1908 **Alfred Werner,** Dr. phil., Professor der Chemie.
1908—1910 **Max Standfuss,** Dr. phil., Professor der Zoologie.
1910—1912 **Carl Schröter,** Dr. phil., Professor der Botanik.
1912—1914 **Emil Huber-Stockar,** Ingenieur.
1914—1916 **Martin Rikli,** Dr. phil., Professor der Botanik.
1916—1918 **Emil Bosshard,** Dr. phil., Professor der Chemie.

II.

Sekretäre.[1])

1746—1752 **Hans Ulrich von Blaarer** (ökonomischer Sekretär, auch Notar genannt) und **Hans Conrad Heidegger** (wissenschaftlicher Sekretär).

1752—1759 **Hans Caspar Hirzel,** Dr. med., Stadtarzt. 1759—1778 **Salomon Schinz** Dr. med., Arzt und Naturforscher. 1778—1790 **Hans Rudolf Schinz,** Pfarrer und Naturforscher. 1790—1796 **Johann Heinrich von Orelli.** 1796—1799 **David Rahn,** Dr. med., Stadtarzt. 1799—1801 **Johann Jakob Cramer,** Pfarrer und Professor. 1801—1823 **Heinrich Rudolf Schinz,** Dr. med., Arzt und Professor der Naturwissenschaften. 1823—1835 **Hans Locher-Balber**, Dr. med., Professor der Medizin. 1835—1843 **Ferdinand Keller,** Dr. phil., Naturforscher und Archäolog. 1843—1847 **Albert Kœlliker,** Dr. med., Professor der Anatomie. 1847—1857 **Rudolf Heinrich Hofmeister,** Dr. phil., Professor der Physik. 1857—1860 **Hermann Pestalozzi-Bodmer,** Dr. med., Arzt. 1860—1870 **Carl Cramer,** Dr. phil., Professor der Botanik. 1870—1880 **August Weilenmann,** Dr. phil., Professor der Physik. 1880—1886 **Robert Billwiller,** Dr. phil., Direktor der meteorologischen Zentralanstalt. 1886—1892 **Adolf Tobler,** Dr. phil., Professor der Physik. 1892—1894 **Carl Fiedler,** Dr. phil., Privatdozent der Zoologie. 1894—1899 **Alfred Werner,** Dr. phil., Professor der Chemie. 1899—1906 **Karl Hescheler,** Dr. phil., Prof. der Zoologie. 1906—1912 **Emil Schoch-Etzensperger,** Dr. phil. 1912—1917 **Eduard Rübel,** Dr. phil., Geobotaniker. Seit 1917 **Alfred Kienast**, Dr. phil. Math.

III.

Quästoren.[2])

Quästoren des Lotterie- oder Hauptfonds.

1751—1787 **Caspar Scheuchzer.** 1788—1814 **Hans Conrad Lochmann.** 1814—1826 **Hans Jakob Pestalozzi.** 1826—1832 **Johann Jakob Hess.** 1832—1842 **Salomon Klauser.** 1842—1854 **Otto Rudolf Werdmüller.**

[1]) In den ersten Jahren waren in den Statuten zwei Sekretariate vorgesehen, eines für die ökonomischen und eines für die wissenschaftlichen Geschäfte. Das erstere, auch Notariat genannt, wurde aber nach dem Rücktritt Ulrich von Blaarers, des ersten und einzigen Notars der Gesellschaft, mit dem wissenschaftlichen vereinigt.

[2]) Bis zum Jahre 1854 besass die Gesellschaft zweierlei Quästoren, die des Brauchfonds (auch Quästor-Ausgeber genannt) und die des Lotteriefonds (auch Quästor-Einnehmer genannt). Den ersteren fiel bis zum Jahre 1833 zugleich das Vizepräsidium zu. Im Jahre 1854 wurden die beiden Quästorate vereinigt. Der erste, der das umgestaltete neue Amt übernahm, war Meyer-Ahrens.

Quästoren des Brauchfonds.

1746—1759 **Hans Conrad Meyer,** Staatsmann und Meteorolog. 1759—1790 **Hans Caspar Hirzel,** Dr. med., Stadtarzt. 1790—1803 **Johann Heinrich Rahn,** Dr. med., Chorherr. 1803—1811 **Diethelm Lavater,** Dr. med., Apotheker, Naturforscher und Staatsmann. 1811—1812 **Paul Usteri,** Dr. med., Arzt, Naturforscher und Staatsmann. 1812—1831 **Johann Caspar Horner,** Dr. phil., Professor und Forschungsreisender. 1831—1834 **Heinrich Rudolf Schinz,** Dr. med., Arzt und Professor. 1834—1841 **Leonhard Schulthess,** Kaufmann und Botaniker. 1841—1851 **Johann Jakob Usteri-Usteri,** Kaufmann. 1851—1854 **Adolf Salomon Pestalozzi,** Bankier.

1854—1858 **Conrad Meyer-Ahrens,** Dr. med., Arzt. 1858—1874 **Johann Caspar Escher-Hess,** Kaufmann und Naturforscher. 1874—1876 **Hans Rudolf Schinz-Vögeli,** Kaufmann und Naturforscher. 1876—1887 **Johann Caspar Escher-Hess,** Kaufmann und Naturforscher. 1887—1914 **Hans Kronauer,** Dr. phil., Mathematiker. Seit 1914 **Moritz Baumann-Naef,** Dr. phil.

IV.

Bibliothekare.

1754—1757 **Johann Jakob Köchlin,** Pfarrer. 1757—1764 **Hans Heinrich Schinz,** Kaufmann und Staatsmann. 1764—1774 **Leonhard Usteri,** Chorherr und Professor. 1774—1778 **Hans Conrad Heidegger,** Staatsmann. 1778-1780 **Johann Heinrich Waser,** Pfarrer. 1780-1792 **Heinrich Lavater,** Staatsmann. 1792—1837 **Christoph Salomon Schinz,** Dr. med., Arzt, Chorherr und Professor. 1837—1881 **Johann Jakob Horner,** Bibliothekar und Professor. 1881—1892 **Johann Friedrich Graberg,** Zeichenlehrer. 1881—1892 **Carl Ott,** Physiker. 1892—1915 **Hans Schinz,** Dr. phil., Professor der Botanik.

V.

Redaktoren der Vierteljahrsschrift.

1856—1893 **Rudolf Wolf,** Dr. phil., Professor der Astronomie.
1894—1912 **Ferdinand Rudio,** Dr. phil., Professor der Mathematik.
Seit 1912 **Hans Schinz,** Dr. phil., Professor der Botanik.

VI.

Vertreter in der Kommission der Zentralbibliothek.

Seit 1916 **Martin Rikli,** Dr. phil., Professor der Botanik.

VII.

Ehrenmitglieder.[1])

		Mitglied seit	Ehren-mitglied seit
Hr. **Choffat, Paul,** Dr., Landesgeologe, R. do Arco a Jesus 113	Lissabon . . .	**1873**	1896
» **Eberth, Karl Josef,** Dr. med., Prof. an der Universität, Ringbahnstrasse 111	Halensee . . .	**1865**	1896
» **Hantzsch, Arthur,** Dr., Prof. der Chemie an der Universität	Leipzig	1885	1896
» **Heim, Albert,** Dr., a. Prof. d. Geol. beider Hochschulen, im Winter Hottingerstrasse 25, im Sommer Hofstrasse 100 .	Zürich 7 . . .	**1870**	1914

[1]) Die ältesten Mitglieder (16), die der Gesellschaft schon 40 Jahre angehören, sind durch fettgedruckte Jahreszahlen ausgezeichnet.

			Mitglied seit	Ehrenmitglied seit
Hr.	**Kronauer, Hans,** Dr., Mathematiker d. Rentenanstalt, Klosbachstrasse 152	Zürich 7	1883	1912
»	**Reye, Theodor,** Dr., Prof. d. Math. an der Universität	Strassburg	**1863**	1896
»	**Rudio, Ferdinand,** Dr., Prof. der Mathematik an der techn. Hochschule, Dolderstrasse 111	Zürich 7	1881	1912
»	**Sarasin, Fritz,** Dr., Zoologe, Spitalstrasse 22	Basel	—	1915
»	**Sarasin, Paul,** Dr., Zoologe, Spitalstrasse 22	Basel	—	1915
»	**Schinz, Hans,** Dr., Prof. der Bot. an der Universität, Seefeldstrasse 12	Zürich 8	1889	1915
»	**Schwarz, Hermann Amandus,** Dr., a. Prof. der Mathematik an der Universität, Humboldtstrasse 33	Grunewald b. Berlin	**1869**	1896
»	**Schwendener, Simon,** Dr., a. Prof. der Botanik an der Universität, Matthäikirchstrasse 28	Berlin W	—	1899
»	**Tschirch, Alexander,** Dr., Prof. (Bot., Pharm). an der Universität	Bern	—	1915

VIII.

Korrespondierende Mitglieder.

			Mitglied seit	Korresp. seit
Hr.	**Margerie, Emmanuel de,** Geologe, Rue du Bac 110	Paris VII	—	1883
»	**Bredig, Georg,** Dr., Prof. für Elektrochemie an der techn. Hochschule	Karlsruhe	1910	1911
»	**Einstein, Albert,** Dr., Prof. Phys., Akademie der Wissenschaften	Berlin-Dahlem	1911	1911
»	**Willstätter, Richard,** Dr., Prof. Chem. an der Universität	München	1905	1912

IX.

Ordentliche Mitglieder.

			Stadtkr. Zürich	Mitglied seit [1]
Hr.	**Abegg, Karl,** Kaufmann	Zollikerstrasse 32	8	1910
»	**Abeljanz, Haruthian,** Dr., Prof. Chem. an der Univ.	Gladbachstrasse 67	7	1880
Frl.	**Abramovicz, Helene,** Dr., Ass. anthrop. Inst. a. d. Univ.	Spyristrasse 11	6	1917
Hr.	**Ackerknecht, Eberhard,** Dr., Prosektor a. vet.-med. Institut	(landesabwesend)	6	1911
»	**Aeppli, August,** Dr., Prof. an der kant. Industrieschule	Kronenstrasse 24	6	1889
»	**Agthe, Karl,** Dr., Dipl.-Ing., Assist. Chem. a. d. Univers.	Zürichbergstr. 45	7	1916
»	**Ahrens, Heinr.,** Dr., Geologe, Sandweg 84	Frankfurt a. M.	—	1912
»	**Alder, Max,** Prof. an der höhern Töchterschule	Neptunstrasse 44	7	1913
»	**Amberg, Otto,** Dr.	Limmatquai 50	1	1903
»	**Ammann-Schwarzer, Albert,** Kaufmann	Wiedingstr. 14	3	1916
»	**Arbenz, Paul,** Dr., Prof. Geol. an d. Univers. Bern, Neufeldstrasse 45	Bern	—	1905
»	**Arnot, Robert,** Dr., Chem. Eidg. Chemiegebäude		6	1917
»	**Bachmann, Hans,** Dr., Prof. an der Kantonsschule	Luzern, Bambergstr. 5a	—	1897
»	**Bader-Schneebeli, Hermann,** Kaufmann	Traubenstr. 5	2	1916
»	**Badoux, Henri,** Prof. d. Forstwiss. a. d. eidg. techn. Hochschule	Gloriastrasse 68	7	1915

[1]) Die Mitglieder sind gebeten, allfällige Adressenänderungen oder sonstige Korrekturen umgehend dem Quästor, Herrn Dr. M. Baumann-Naef, Tödistrasse 39, Zürich 2, und dem Sekretär, Herrn Dr. A. Kienast, Küsnacht, mitzuteilen.

			Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
Hr.	**Bæbler, Emil,** Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Hadlaubstrasse 106	6	1911
»	**Bänziger, Theodor,** Dr. med., Augenarzt	Billrotstrasse 15	8	1889
»	**Bær, Julius,** Bankier	Bergstrasse 54	7	1910
»	**Bäschlin, Fritz,** Ingenieur, Prof. a. d. techn. Hochschule	Zollikon	—	1910
»	**Bangerter, Fr.,** Chemiker	Uetikon	—	1912
»	**Baragiola, Wilhelm Italo,** Dr., Abteilungsvorstand der Schweiz. Versuchsanstalt, Privatdozent a. d. techn. Hochschule	Voltastrasse 32	7	1911
»	**Bareiss, Arthur,** Kaufmann	Alpenquai 22	2	1910
»	**Baudisch, Oscar,** Dr., Chem.	(landesabwesend)	6	1910
»	**Baumann-Naef, Moritz,** Dr., Chemiker	Tödistrasse 39	2	1910
Fr.	**Baumann-Naef, Ida**	Tödistrasse 39	2	1915
Hr.	**Baumann, Walter,** Kaufmann	Mythenquai 70	2	1910
»	**Baur, Emil,** Dr., Prof. Chem. an d. techn. Hochschule	Ottikerstrasse 52	6	1911
»	**Beck, Alexander,** Dr., a. Prof. Math.	Schanzenberg-Schönbergg. 7	1	**1870**
»	**Beck-Barker, Bernh.,** Dr., Rekt. d. Freien Gymnasiums	St. Annagasse 9	1	1904
»	**Beck, Emil,** Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Schanzenberg-Schönbergg. 7	1	1907
»	**Beck, Karl,** dipl. Fachlehrer d. Physik	Hegibachstr. 75	7	1917
»	**Beer, Robert,** Buchhändler	Peterhofstatt 10	1	1905
»	**Behn-Eschenburg, Hans,** Dr., Direktor	Oerlikon	—	1910
»	**Bender, Paul,** Lithographische Kunstanstalt	Zollikon	—	1911
»	**Benz, Walter,** Dr., Prof. Math. a. d. kant. Industrieschule	Zeppelinstrasse 28	6	1917
»	**Bernheim-Karrer, Jakob,** Dr. med., Prof.	Gartenstrasse 36	2	1903
»	**Beuttner, Eugen,** Dr., Dufourstr. 769	Zollikon	—	1917
»	**Beyel, Christian,** Dr., Privatdozent Math. an der techn. Hochschule	Gemeindestrasse 26	7	1882
»	**Biber, Hugo,** Dr. med.	Horgen	—	1910
»	**Biber, Walter,** Sekundarlehrer	Thalwil	—	1910
»	**Biedermann, Robert,** Fabrikant, Sonnenberg	Winterthur	—	1915
»	**Billwiller, Robert,** Dr., Adjunkt d. Eidg. Meteorol. Zentralanstalt	Plattenstr. 44	7	1917
»	**Bircher, F. Ernst,** Dr. jur., Rechtsanwalt	Sophienstrasse 2	7	1902
»	**Bircher, Max,** Dr. med.	Keltenstrasse 48	7	1902
»	**Bitterli, Emil,** Ing. Comp. génér. de l'Electr., Rue Chardon-Lagarche 48 (per. Adr. Emil Bitterli, Neumünsterstr. 34, Zürich 8)	Paris	—	1910
»	**Blattmann-Ziegler, Heinrich,** Fabrikant	Wädenswil	—	1911
»	**Bleuler, Eugen,** Dr. med., Prof. an der Universität	Burghölzli	8	1900
»	**Bloch, Bruno,** Dr. med., Prof. Dermatol. a. d. Univers.	Mythenstr. 23	2	1917
»	**Bloch, Isaak Adolf,** Dr., Prof. an der Kantonsschule	Solothurn	—	1895
»	**Blum-Jenny, Walther,** stud. Archäologie	Zollikerstr. 188	8	1917
»	**Blumer, Ernst,** Dr., Geologe vom 1. April 1918 ab: Zollikon (Zürich)	Mittelbergsteig 15	7	1917
»	**Bolleter, Eduard,** Dr., Sekundarlehrer	Rotbuchstrasse 24	6	1900
»	**Bommer, Albert,** Apotheker	Zähringerstrasse 9	1	1889
Frl.	**Boner, Yvonne,** cand. Zoolog.	Seestrasse 110	2	1917
Hr.	**Bosshard, Emil,** Prof. Chem., Rektor d. Eidg. Techn. Hochschule	Ottikerstrasse 38	6	1913
»	**Bosshard, Heinrich,** Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Hochstrasse 68	7	1892
»	**Brandenberger, Konrad,** Dr., Prof. a. d. kant. Industrieschule	Sonneggstrasse 50	6	1902
»	**Braun, Josias,** Dr., Konservat. a. Geobot. Inst. Rübel	Winterthurerstr. 66	6	1916
»	**Bremi, Walter,** Dr., Chemiker	Hönggerstrasse 148	6	1911

			Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
Hr.	**Brennwald, Paul,** Kaufmann	Kurhausstrasse 9	7	1911
»	**Bretscher, Konrad,** Dr., Sekundarlehrer	Weinbergstrasse 146	6	1890
»	**Brettauer, Alfred,** Dr. med.	Bahnhofstr. 55	1	1916
»	**Brinkmann, Emil,** Ingenieur	Rigistrasse 9	6	1917
»	**Brockmann-Jerosch, Henryk,** Dr., Privatdoz. Bot. a. d. Univ.	Kapfsteig 44	7	1907
»	**Brunner, Friedrich,** Dr. med., Asyl Neumünster	Forchstrasse 85	7	1896
»	**Brunner, Otto,** Dr., Apotheker	Limmatquai 56	1	1907
»	**Bühler, Anton,** Dr. med., Privatdoz. a. d. Universität	Plattenstrasse 32	7	1904
»	**Bürgi, Oscar,** Dr. med. vet., Prof. an der Universität	Sonnenberg Erlenbach (Zürich)	—	1906
»	**Bützberger, Fritz,** Dr., Prof. a. d. kant. Industrieschule	Moussonstrasse 14	7	1911
»	**Burri, Robert,** Dr., Prof., Abteilungs-Vorst. der eidgen. Versuchsstation	Liebefeld-Bern	—	1896
»	**Busse, Otto,** Dr. med., Prof. an der Universität	Büchnerstrasse 10	6	1911
»	**Carpentier, Fritz,** Fabrikant	Dufourstrasse 5	8	1910
»	**Cérésole, Maurice,** Dr., Prof. Chem. an der techn. Hochschule	Hadlaubstrasse 58	6	1910
»	**Claraz, Georges**	Lugano, Via Salvatore 21	—	1894
»	**Cloëtta, Max,** Dr. med., Prof. an der Universität	Plattenstrasse 58	7	1902
Frl.	**Daiber, Marie,** Dr., Pros. u. Assist. a. zool. Inst. beider Hochsch., Privatdoz.	Krähbühlstr. 6	7	1906
Hr.	**Denzler, Albert,** Dr., Privatdozent Elektrot. a. d. techn. Hochschule	Schmelzbergstr. 14	7	1881
Frl.	**Dübendorfer, Emma,** Dr. med., Ärztin	Bahnhofstrasse 88	1	1912
Hr.	**Düggeli, Max,** Dr., Prof. ldw. Bakter. an der techn. Hochschule	Hofstrasse 75	7	1912
»	**Dumas, Gustav,** Dr., Prof. Math. an d. Univers., Plateau de Béthusy	Lausanne	—	1911
»	**Du Pasquier, Gustav,** Dr., Prof. Math. an der Univ.	Neuchâtel	—	1907
»	**Dürst, Ulrich,** Dr., Prof. Zool. an der Universität	Bern	—	1899
»	**Dürsteler, Wilhelm,** Dr., Chemiker	Thalwil	—	1910
»	**Eder, Rob.,** Dr., Prof. f. Pharm. a. d. Techn. Hochschule	Schönleinstrasse 22	7	1915
»	**Egli, Karl,** Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Haldenbachstrasse 33	6	1905
»	**Egli, Max,** Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Herrliberg	—	1910
»	**Ehrhardt, Jakob,** Dr. med. vet., Prof. a. d. Universität	Weinbergstr. 74	6	1903
»	**Eichhorn, Gustav,** Dr., Physiker	Falkenstrasse 6	8	1913
»	**Engel, Emil,** Sekundarlehrer	Blümlisalpstr. 66	6	1917
»	**Erb, Josef,** Dr., Geologe, Atjebstraat 54	Den Haag (Holland)	—	1899
»	**Ernst, Alfred,** Dr., Prof. Bot. an der Universität	Frohburgstrasse 70	6	1901
»	**Ernst, Heinrich,** Dr., Regierungsrat	Sonneggstrasse 61	6	1905
»	**Ernst, Julius Walter,** Ingenieur	Freiestrasse 21	7	1900
»	**Escher, Berend,** Dr. sc. nat., Bataafsche Petroleum My.	Weltevreden, Java	—	1910
»	**Escher-Schindler, Conrad,** Oberstlt., Geol.	Seilergraben 1	1	1915
»	**Escher-Kündig, Jakob Christof,** Dr., Entomolog	Gotthardstrasse 35	2	1883
»	**Escher-Pestalozzi, Eduard,** Kaufmann	Bergstrasse 114	7	1917
»	**Escher, Hermann,** Dr., Direktor der Zentralbibliothek	St. Urbangasse 6	1	1911
»	**Escher, Rudolf,** Prof. Technol. a. d. techn. Hochschule	Kapfstrasse 25	7	**1874**
»	**Escher, Wilhelm Caspar**	Scheideggstrasse 22	2	1911
»	**Farny, Jean Lucien,** Prof. Elektr. a. d. techn. Hochschule	Fehrenstrasse 23	7	1912
»	**Feer, Emil,** Dr. med., Prof. an der Universität	Freiestrasse 108	7	1911
»	**Fehlmann, Werner,** Dr., Privatdozent an der techn. Hochschule	Zollikon, Zollikerstr. 542	—	1915

			Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
Hr.	**Feix, Richard,** Direktor der Petroleum-Import-Co.	Splügenstrasse 10	2	1914
»	**Felix, Florian,** Dr. med., Arzt	Wädenswil	—	1910
»	**Felix, Walter,** Dr. med., Prof. an der Universität	Köllikerstrasse 7	7	1891
»	**Fenner, Karl,** Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Freiestrasse 211	7	1905
»	**Ferraris, Erminio,** dipl. Bergingenieur	Freiestrasse 42	7	1911
»	**Field, Herbert Haviland,** Dr., Dir. d. Concil. Bibliogr.	Köllikerstrasse 9	7	1899
»	**Fierz-David, Hans Eduuard,** Prof. f. Chem. a. d. E. T. H.	Kirchgasse 42	1	1917
»	**Fingerhuth, Max,** Dr. med.	Feldeggstrasse 80	8	1905
»	**Fischer, Paul,** Dr. med., untere Waid	Mörschwil b. St.Gallen	—	1913
»	**Fleischmann, Carl,** Apotheker	Rigistrasse 52	6	1915
»	**Fliegner, Alb.,** Dr., a. Prof. Maschinenbau	Oberwil b. Zug	—	**1870**
»	**Flückiger, Otto,** Dr., Prof. an der höhern Töchterschule	Witikonerstr. 64	7	1910
»	**Flury, Philipp,** Adjunkt d. eidg. forstl. Versuchsstation	Hadlaubstr. 108	6	1888
»	**Franel, Jérome,** Dr., Prof. Math. an d. techn. Hochschule	Biberlinstrasse 25	7	1892
»	**Frank, Ludwig,** Dr. med.	Zürichbergstrasse 45	7	1910
»	**Frey, Hans,** Dr., Prof. am kant. Lehrerseminar	Küsnacht b. Zch.	—	1896
Frl.	**Frey, Hedwig,** Dr., Assistent am anat. Institut der Universität	Mittelbergstrasse 17	7	1912
Hr.	**Frei, Walter,** Dr. med. vet., Prof. an der Universität	Heliosstrasse 8	7	1912
»	**Frick, Theodor,** Dr. D. S., Zahnarzt	Bergstrasse 86	7	1900
»	**Friedländer, Immanuel,** Geologe	Dolderstrasse 90	7	1915
»	**Fritschi, Friedrich,** Nationalrat	Steinwiesstrasse 18	7	1892
»	**Fritz, Franz,** Dr., Tierarzt	Forchstrasse 151	7	1914
»	**Froehner, Julius,** Dr. med., Zahnarzt	Peterstrasse 1	1	1911
»	**Froelich, Friedrich,** Chem.	Scheuchzerstr. 10	6	1914
»	**Früh, Jakob,** Dr., Prof. Geogr. an der techn. Hochschule	Freiestrasse 6	7	1895
»	**Fueter, Rudolf,** Dr., Prof. Math. an der Universität	Rigistrasse 34	6	1917
»	**Furrer, Ernst,** Dr., dipl. Fachlehrer f. Naturwissensch.	Affoltern b. Z.	—	1913
»	**Furrer, Walter,** Dr. med.	Seestrasse 53	2	1916
»	**Gampert, Paul,** Kaufmann	Gartenstrasse 36	2	1915
»	**Gams, Edmund,** Maschineningenieur	Seegartenstrasse 2	8	1917
»	**Gams, Hellmut,** cand. phil.	Theaterstr. 12	1	1912
»	**Ganz, Emil,** Kaufmann	Forchstrasse 62	8	1905
»	**Gassmann, Theodor,** Dr., Zahnarzt	Wilfriedstrasse 9	7	1905
»	**Gaule, Georg Justus,** Dr. med., a. Prof. a. d. Universität	Zürichbergstrasse 130	7	1887
»	**Geilinger, Walter,** Dr. med.	Talacker 34	1	1917
»	**Geiser, Karl Friedrich,** Dr., a. Prof. Math.	Küsnacht b. Zch.	—	1883
»	**Gerlach, Rudolf,** Dr., Prof. am kant. Lehrerseminar	Küsnacht b. Zch.	—	1905
»	**Gerwer, Friedrich,** Ingenieur	Ebelstrasse 11	7	1914
»	**Glauser, Rudolf,** dipl. Chemiker	Dornach, Soloth.	—	1912
»	**Gnehm, Robert,** Dr., a. Prof., Präs. d. schw. Schulrates	Eidmattstrasse 26	7	**1873**
»	**Gogarten, Emil,** Dr., Geologe	Höhe Zollikon	—	1907
»	**von Gonzenbach, Willy,** Dr. med.	Gloriastrasse 59	7	1912
»	**Graemiger, Benjamin,** Ingenieur	Höngg, Zürcherstr. 181	—	1914
»	**Graf, Arthur,** cand. phil.	Männedorf	—	1913
»	**Gramann, August,** Dr., Sekundarlehrer	Elgg, Kt. Zch.	—	1899
»	**Greinacher, Heinrich,** Dr., Prof. Physik	Gladbachstr. 62	7	1915
»	**Greiner, Paul,** Kaufmann	Kilchberg b. Zch.	—	1917
»	**Grete, E. August,** Dr., Vorsteher d. agrikulturchem. Versuchsstation	Haldenbachstrasse 31	6	1894
»	**Grisch, Andreas,** Dr., Assistent a. d. schweiz. Samenuntersuchungs- u. Versuchsanstalt	Oerlikon	—	1907

			Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
Hr.	**Grossmann, Marcel,** Dr., Prof. Math. a. d. techn. Hochschule	Herrenbergstrasse 1	6	1908
»	**Grubenmann, Ulrich,** Dr., Prof. Min. an beiden Hochschulen	Titlisstrasse 60	7	1893
»	**Guyer-Berchtold, Julius,** Nat.-Rat, Fabrikant	Bächtoldstr. 6	7	1916
»	**Guyer, Oskar,** Dr., Prof. a. d. kant. Handelsschule	Pestalozzistrasse 33	7	1915
»	**Gysi, Alfred,** Dr. D. S., Prof. a. d. Zahnarzt-Schule der Universität	Obere Zäune 10	1	1893
»	**Haab, Otto,** Dr. med., Prof. an der Universität	Pelikanstrasse 41	1	1880
»	**Haas, de, Walter,** Redaktor d. techn. Monatshefte	Männedorf, Landstr. 904	—	1911
Frl.	**Habegger, Emma**	Gaswerk Schlieren	—	1915
Hr.	**Haffter, Paul J.,** per Adr. Herrn H. Nabholz	Mühlebachstr. 82	8	1915
»	**Halperin, Jakob,** Dr. med.	Uster	—	1910
»	**Hanf, Ernst,** stud. med.	Universitätsstr. 51	6	1917
»	**Hauri, Hans,** Dr., Sekundarlehrer	St. Gallen, Ekkehardstr. 1	—	1911
»	**Heberlein,** Dr. Ing., Chemiker	Zollikerstr. 132	8	1916
»	**Hefti, Paul,** Forstmeister	Bülach	—	1910
»	**Hegi, Gust.,** Dr., Prof. Bot. an d. Universität, Tengstr. 18	München	—	1903
»	**Heim, Arnold,** Dr., Geologe, im Winter Hottingerstrasse 25, im Sommer Hofstrasse 100	Zürich 7	—	1906
»	**Henny, Gerhard,** dipl. chem. Laboratoire de géologie de l'Université	Lausanne	—	1911
»	**Henschen, Karl,** Dr. med., Prof.	St. Gallen	—	1910
»	**Herb, Max,** Botaniker	Klosbachstr. 128	7	1915
Frl.	**Herder, Hermine,** Malerin, Villa Yalta	Seefeldstr. 287	8	1916
Hr.	**Herkenrath, Franz,** Ingenieur	Höngg, Zürcherstr. 387	—	1912
»	**Herzfeld, Eugen,** Dr., Ass. am chem. Lab. d. Kantonssp.	Ekkehardstrasse 16	6	1911
»	**Hescheler, Karl,** Dr., Prof. Zoolog. an beid. Hochschulen	Mainaustrasse 15	8	1894
»	**Hess, Gottfried,** Architekt	Nordstrasse 15	6	1911
»	**Hess, Walter,** Dr. med., Privatdozent a. d. Universität	Winterthurerstr. 40	6	1912
Frl.	**Heydweiller, Erna Jenny,** Geologin	Susenbergstr. 96	7	1917
Hr.	**Hilgard, Karl Emil,** a. Prof.. Ingenieur-Konsulent	Klosbachstrasse 159	7	1910
»	**Hiller, Eduard,** Apotheker, Sonnenapotheke	Rämistrasse 7	1	1911
»	**Hirsch, Arthur,** Dr., Prof. Math. a. d. techn. Hochschule	Reinacherstrasse 8	7	1903
»	**Hirschfeld, Ludwig,** Dr. med., Assist. am Hygien. Institut der Universität	Huttenstrasse 54	6	1912
»	**Hirschi, Hans,** Dr., Geologe	Braunwald (Glarus)	—	1915
»	**Höhn, Walter,** Sekundarlehrer	Kurvenstrasse 40	6	1910
»	**Hofer, Hans,** Lithographie-Besitzer	Küsnacht	—	1912
»	**Holliger, Wilhelm,** Dr., Seminarlehrer	Wettingen	—	1896
»	**Hottinger, Rudolf,** Dr. med., Privatdozent f. Urologie an der Universität	Voltastrasse 27	7	1917
»	**Hubacher, Karl,** Dr., Kantonsapotheker	Belsitostrasse 20	7	1912
»	**Huber-Stockar, Emil,** Ingenieur	Neumünsterallee 12	8	1888
»	**Huber-Pestalozzi, Gottfried,** Dr. med. et phil.	Englischviertelstr. 61	7	1915
»	**Huber, Hans,** Dr. med., Sanatorium	Kilchberg b. Zch.	—	1910
»	**Huber, Hermann,** Ingenieur	Männedorf	—	1900
»	**Huber, Max,** Dr. jur., Prof. der Rechte an der Univers.	Schloss Wyden b. Ossingen	—	1910
»	**Huber, Robert,** Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Streulistrasse 16	7	1910
»	**Hürlimann, Hans,** cand. chem.	Brandschenkestr. 160	2	1917
»	**Hug, Jakob,** Dr., Sekundarlehrer	Schindlerstrasse 16	6	1910
»	**Huguenin, Gustav,** Dr. med., Prof.	Bergstrasse 50	7	1878

			Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
Hr.	**Hunziker, Edwin,** Ing. der Schweiz. Geodät. Komm.	Lindenbachstr. 50	6	1917
»	**Hurwitz, Adolf,** Dr., Prof. Math. a. d. techn. Hochschule	Bächtoldstrasse 11	7	1892
»	**Imhof, Othmar Emil,** Dr.	Königsfelden-Brugg	—	1882
»	**Jabs, Asmus,** techn. Direktor	Alpenstrasse 3	2	1905
»	**Jaccard, Paul,** Dr., Prof. Bot. an der techn. Hochschule	Konkordiastrasse 12	7	1903
»	**Jaeger, Carl,** Dr., Chemiker, Schwandenweg 8	Kilchberg b. Z.	—	1915
»	**Jænike-Schneider, Emil,** Privatlehrer	Freiestrasse 34	7	1908
»	**Jantsch, Gustav,** Dr., Privatdoz. Chem. a. d. Universität	(landesabwesend)	—	1910
»	**Jeannet, Alphonse,** Dr., Geologe d. Schweiz. Geolog. Kommission, Haldenweg 5	Kilchberg b. Zch.	—	1913
»	**Jenny-Tschudi, Daniel,** Fabrikant	Glarus	—	1911
»	**Keer, Arnold,** Chemiker	Kilchberg b. Zch.	—	1910
»	**Keller, Emil,** Dr. med., Arzt	Küsnacht b. Zch.	—	1910
»	**Keller, Konrad,** Dr., Prof. Zool. an der techn. Hochschule	Forchstrasse 118	7	**1875**
»	**Keller, Konrad,** Landwirt	Guggachstrasse 12	6	1902
»	**Kiefer, Adolf,** Dr., Prof. am Institut Konkordia	Minervastrasse 149	7	1894
»	**Kienast, Alfred,** Dr., Privatdoz. Math. an der techn. Hochschule	Küsnacht b. Zch.	—	1905
»	**Klages, Wilhelm,** Hütteningenieur	Schwarzackerstr. 375, Wallisellen		1912
»	**Kleiber, Albert,** Dr.	Kirchgasse 13	1	1893
»	**Klett, Max,** Dr., Chemiker	Heliosstrasse 6	7	1911
»	**Klinger, Rudolf,** Dr. med., Assistent am Hyg.-Institut	Höhenweg 18	7	1911
»	**Klöti, Eugen,** Lehrer	Dolderstrasse 61	7	1915
»	**Knabenhans, Alfred,** Dr., Ethnologe	Zollikon, Bergstr. 225	—	1916
»	**Knopfli, Walter,** Dr. Zoologie	Stauffacherstrasse 9	4	1913
»	**Koch, Helmut,** dipl. Ing.	Freigutstrasse 9	2	1917
»	**Kœlsch, Adolf,** Dr., naturwiss. Schriftsteller	Rüschlikon	—	1910
»	**Kopp, Robert,** Dr., Prof. an der Kantonsschule	St. Gallen	—	1896
»	**Korda, Désiré,** Ing. Elektr., Priv.-Doz. a. d. E. T. H.	Werdmühlepl. 2	1	1916
»	**Krige, L. J.,** cand. geol.	Stapferstrasse 23	6	1912
»	**Künzli, Emil,** Dr., Prof. an der Kantonsschule	Solothurn	—	1901
»	**Küpfer, Max,** Dr., Assistent a. zool. vergl.-anat. Inst. d. Univers.	Klausstrasse 20	8	1911
»	**Kubly, F. Wala,** Dr. med.	Bellerivestr. 38	8	1916
»	**Kummer, Walter,** Dr., Ing.-Kons., Prof. a. d. techn. Hochschule	Mythenstrasse 15	2	1910
»	**Kummer-Weber, Wilhelm,** Pflanzer	Carmenstrasse 15	7	1914
»	**Kunz, Carl,** Dr., Privatlehrer	Büchnerstr. 16	6	1911
»	**Kym, Otto,** Dr., Chemiker	Schulhausstrasse 23	2	1910
»	**Lämmel, Rudolf,** Dr., Direktor des Schiller-Heim	Feldmeilen (Zürichsee)		1906
»	**Lautenbach, Max,** Dr. jur.	Bolleystrasse 30	6	1912
»	**Lebedinsky, Nahum, G.,** Dr., Zool. Anstalt	Basel	—	1909
»	**Leuzinger, Rud.,** Vorst. d. kant. Mädchen-Erz.-Anst.	Mollis	—	1909
»	**Liebmann, Erich,** Dr. med., Assist. an der med. Klinik	Kantonsspital	7	1912
»	**Lifschitz, Israel,** Dr., Priv.-Doz. Chem. a. d. Univers.	Universitätsstr. 27	6	1917
»	**Locher, Fritz,** dipl. Ing.	Aubrigstr. 10	2	1917
»	**Löwensberg, Paul,** Dr. med.	Sissach (Baselland)	—	1912
»	**Lüdin, Emil,** Dr., Prof. an der kant. Industrieschule	Stolzestrasse 14	6	1896
»	**Lüthy, Adolf,** Dr., Prof. an der höh. Töchterschule	Streulistrasse 35	7	1904
»	**Lunge, Georg,** Dr., a. Prof. Chem.	Carmenstrasse 37	7	**1876**

			Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
Hr.	**Maier, Hans W.,** Dr. med., Prof., Dozent d. Psychiatrie	Burghölzli	8	1909
»	**Mark-Bechtold, André,** Dr. med.	Bahnhofstrasse 55 .	1	1915
»	**Maurer, Julius,** Dr., Direkt. d. Meteor. Zentr.-Anst.	Krönleinstr. 11 . .	7	1881
»	**Medicus, Fritz,** Dr., Prof. Philos. a. d. techn. Hochschule	Rüschlikon, Seestrasse 33	—	1911
»	**Meierhofer, Hans,** Dr., Prof. a. d. höhern Töchterschule	Reinacherstrasse 18 .	7	1908
»	**Meissner, Ernst,** Dr., Prof. Mech. an der techn. Hochschule .	Zollikon, Rütistrasse 313 .	—	1910
»	**Meister, Friedrich,** Sekundarlehrer	Horgen	—	1893
»	**Meister, Otto,** Dr., Chemiker	Universitätsstrasse 89	6	1893
»	**Mende-Ernst, Theodor,** Dr. med.	Dreikönigstrasse 37 .	2	1883
»	**Mertens, Walter,** Gartenarchitekt	Asylstrasse 114 . .	7	1910
»	**Messikommer, Heinrich,** Antiquar	Hechtplatz 1 . . .	1	1910
»	**v. Meyenburg, Hanns,** Dr. med., I. Ass. am pathol. Inst.	Selnaustr. 16 . . .	1	1916
»	**Meyer, Edgar,** Dr., Prof. am Physikal. Institut d. Universität . .	Kraftstrasse 48 . .	7	1907
»	**Meyer-Schärer, Emil,** Dr., städt. Schulsekretär . .	Bürglistrasse 25 . .	2	1907
Frl.	**Meyer, Frieda,** cand. zool.	Eidmattstrasse 38 .	7	1912
Hr.	**Meyer-Rüegg, Hans,** Dr. med., Privat-Doz. a. d. Univ.	Freiestrasse 116 . .	7	1910
»	**Meyer-Hürlimann, Karl,** Dr. med.	Hottingerstrasse 20 .	7	1901
Frl.	**Meyer, Martha,** Lehrerin.	Minervastrass 128 .	7	1917
Hr.	**Minkowski, Mieczyslaw,** Dr. med., Priv.-Doz. f. Hirnl. a. d. Univ.	Physikstrasse 6 . .	7	1917
»	**Monakow, Konstantin von,** Dr. med., Prof. a. d. Universität .	Dufourstrasse 116 .	8	1887
»	**Monnier, Eduard,** Dr. med., Priv.-Doz. f. Chirurgie a. d. Univers.	Bleicherweg 15 . .	2	1917
»	**Morton, Friedrich,** Dr., Bot. Inst. k. k. Universität .	Wien I, Rennweg 14	—	1915
»	**Müller, Albert,** Buchhändler	Nägelistrasse 9 . .	7	1905
»	**Müller, Alexander,** Dr., Phys.	Kurhausstrasse 8 . .	7	1911
Frl.	**Müller, Charlotte,** Dr. med., Ärztin	Gœthestrasse 10 . .	1	1911
Hr.	**Müller, Heinrich,** a. Chemiker	Susenbergstrasse 173	6	1912
»	**Müller-Thurgau, Hermann,** Dr., Direkt. d. Schw. Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau . .	Wädenswil	—	1891
»	**Müller, Marcus,** Lehrer	Witikon	—	1913
»	**Muralt, Wilhelm von,** Dr. med.	Rämistrasse 18 . .	7	1883
»	**Naef, Adolf,** Dr., Priv.-Doz. f. Zoologie a. d. Universität	Bolleystr. 40 . . .	6	1916
»	**Nänni, Jakob,** Dr., dipl. Fachlehrer f. Naturwissensch.	Russenweg 12 . . .	8	1913
»	**Nager, Felix Rudolf,** Prof. Dr. med., Dozent für Oto-, Rhino- u. Laryngologie an der Universität . . .	Freiestrasse 20 . .	7	1917
»	**Narutowicz, Gabr.,** Ing., Prof. an der techn. Hochsch.	Tobelhofstrasse 34 .	7	1912
»	**Niggli, Paul,** Dr., Prof. f. Mineral. a. d. Universität	Leipzig, Talstr. 38 .	—	1913
»	**Ogushi Kikutaro,** Dr., Prof. der Anatomie . . .	Osaka (Japan) . . .	—	1913
»	**Oppliger, Fritz,** Dr., Prof. am kant. Lehrerseminar .	Küsnacht b. Zch. . .	—	1893
»	**Orthner, Rudolf,** Dr. Chem.	Bolleystr. 40 . . .	6	1916
»	**Oswald, Adolf,** Dr. med., Privatdoz. an der Universit.	Hofstrasse 76 . . .	7	1903
»	**Ott, Hans,** Direktor der Ott-Toblerschen Privatschule	Kapfstrasse 16 . .	7	1910
»	**Panchaud de Bottens, Adalbert,** Dr. phil. u. med. . .	Seefeldstrasse 33 . .	8	1911
»	**Paravicini, Eugen,** Dr., Ass. ldw. Pflanzenbau E. T. H.	Apollostrasse 8 . .	7	1917
»	**Pestalozzi-Bürkli, Anton,** Dr.	Löwenstrasse 21 . .	1	1903
Frl.	**Peter, Margarethe,** Lehrerin	Sophienstrasse 12 .	7	1911
Hr.	**Peyer, Bernh.,** Dr., Zoologe, Geolog.-Palaeontolg. Inst., Alte Akademie	München, Neuhauserstr. .	—	1913
»	**Pfister, Johann,** Ingenieur	Küsnacht b. Zch. . .	—	1915

			Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
Frl.	**Pfister, Martha,** Lehrerin	Oerlikon	—	1911
Hr.	**Piccard, Aug.,** Dr., Prof., Doz. f. Physik a. d. techn. Hochschule	Schönleinstrasse 11	7	1912
»	**Platter, Bruno,** Assist. d. Schweiz. Agr.-chem. Anstalt	Asylstr. 98	7	1916
»	**Prášil, Franz,** Dr., Prof. Masch. a. d. techn. Hochschule	Heuelstrasse 51	7	1894
»	**Preiswerk, Heinrich,** cand. Masch.-Ing.	Gladbachstrasse 74	6	1917
»	**Quervain, Alfred August de,** Dr., Prof. Met., Adjunkt der meteorologischen Zentral-Anstalt	Gloriastrasse 68	7	1907
»	**Rascher, Max,** Buchhändler	Rathausquai 20	1	1905
»	**Raths, Jakob,** Sekundarlehrer	Streulistrasse 31	7	1897
»	**Redeker, August,** Apotheker	Bremen-Hemelingen	—	1913
»	**Rehsche, Sylvester,** Rechtsanwalt a. D., Hofrat	Mythenstr. 1	2	1916
»	**Reitz, Wilhelm,** Oberingenieur	Schipfe 29	1	1904
»	**Resch, Alfred,** Dr. med.	Fraumünsterstr. 8	1	1916
»	**Riese, Heinrich,** Ingenieur	Enzenbühlstr. 93	8	1915
»	**Rikli, Martin,** Dr., Prof. Bot. an d. techn. Hochschule	Brandschenkesteig 12	2	1894
»	**Ris, Friedrich,** Dr. med., Direktor der Pflegeanstalt	Rheinau	—	1892
»	**Ritzmann, Emil,** Dr. med.	Bahnhofstrasse 58	1	1889
»	**Rohn, Arthur,** Prof. Masch. an der techn. Hochschule	Blümlisalpstrasse 11	6	1912
»	**Rollier, Louis,** Dr., Prof. Geol. a. d. techn. Hochschule	Culmannstrasse 36	6	1905
»	**Roothaan, Hans Philipp,** cand. phil., Geologe	Hadlaubstrasse 7	6	1917
»	**Roth, August,** Dr., Gymn.-Lehrer am Freien Gymnasium	Schindlerstrasse 4	6	1913
»	**Roth, Otto,** Dr. med., Prof. Bakt. an d. techn. Hochsch.	Engl. Viertelstr. 54	7	1891
»	**Roth, Wilhelm,** Dr. med.	Plattenstrasse 34	7	1910
»	**Rothpletz, Gottlieb Friedrich,** Stadtgärtner	Belvoirpark	2	1903
Fr.	**Rotszajn, Sophie,** cand. phil.	Schönleinstrasse 8	7	1911
Hr.	**Ruckstuhl, Werner,** Dr., Chemiker	Englischviertelstr. 57	7	1917
»	**Rudolph-Schwarzenbach, Eduard,** Kaufmann	Scheideggstrasse 45	2	1912
»	**Rübel, Eduard,** Dr., Geobotaniker	Zürichbergstrasse 30	7	1903
»	**Rüeger, Armin,** Apotheker, z. Rebstock	Bischofszell	—	1911
»	**Rüst, Ernst,** Dr., Prof. an der kant. Handelsschule	Hadlaubstrasse 106	6	1910
»	**Ruge, Georg,** Dr. med., Prof. an der Universität	Rigistrasse 35	6	1898
»	**Rusterholz, Arnold,** Prof. Vet. med. an der Universität	Tödistrasse 41	2	1910
»	**Rutgers, Fritz,** Ingenieur, Zürichstrasse 11	Oerlikon	—	1915
»	**Rutishauser, Friedrich,** Sekundarlehrer	Winterthurerstr. 58	6	1916
»	**Salis, Theophil,** Apotheker	Werdstrasse 5	4	1917
»	**Sammet, Otto,** Dr., Apotheker	Neue Beckenhofstr. 42	6	1912
»	**Sauerbruch, Ferdinand,** Dr. med., Prof. a. d. Univ.	Florhofgasse 2	1	1911
»	**Schäppi, Theodor,** Dr. med. et phil.	Sprensenbühlstr. 7	7	1904
»	**Schärtlin, Georg Gottfried,** Dr., Direkt. d. Rentenanst.	Alpenquai 40	2	1894
»	**Schardt, Hans,** Dr., Prof. Geol. an beiden Hochschulen	Voltastrasse 18	7	1911
»	**Schaufelberger, Wilhelm,** Dr.	Neue Beckenhofstr. 14	6	1902
»	**Schellenberg, Hans,** Dr., Prof. Ldw. an der techn. Hochschule	Hofstrasse 63	7	1895
»	**Schellenberg, Kaspar,** Dr., Tierarzt	Hofstrasse 65	7	1896
»	**Schindler-Stockar, Dietrich,** Dr. jur., Rechtsanwalt	Rämistrasse 2	1	1911
»	**Schindler, Konrad,** Dr. med.	Seegartenstrasse 2	8	1907
»	**Schlaginhaufen, Otto,** Dr., Prof. Anthrop. a. d. Univ.	Susenbergstrasse 94	6	1904
»	**Schläpfer, Paul,** Dr., Dir. d. Eidg. Prüfungsanst. f. Brennst. a. d. E.T.H.	Winterthurerstr. 47	6	1917
»	**Schmid, Ed.,** Dr., Prof. an der kant. Industrieschule	Kilchbergstrasse 15	2	1905

			Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
Hr.	**Schmid, Iwan,** Kaufmann	Hadlaubstrasse 106	6	1915
»	**Schmidt, Oscar,** Dr., Direkt. d. Akkumul.-Fabr. Oerlikon	Scheideggstrasse 35	2	1900
»	**Schoch-Etzensperger, Emil,** Dr.	Zollikerstrasse 136	8	1898
»	**Schöller, Cäsar,** Dr., Fabrikant	Zeltweg 34	7	1878
»	**Schöller, Walter,** cand. chem.	Hohenbühlstr. 16	7	1910
»	**Schöllhorn, Fritz,** Brauereileiter, Winterthur und	Bahnhofplatz 2	1	1917
»	**Schoop, Max Ulrich,** Physiker	Hardturmstrasse 82	5	1912
»	**Schröter, Carl,** Dr., Prof. Bot. a. d. techn. Hochsch.	Merkurstrasse 70	7	1878
»	**Schüepp, Otto,** Dr.. Botaniker, Baselstr. 119, Allschwil b. Basel		—	1917
»	**von Schulthess-Schindler, Anton,** Dr. med.	Kreuzbühlstrasse 16	8	1889
»	**Schulthess-Hünerwadel, Hans,** Verlags-Buchhändler	Rämistrasse 52	7	1910
»	**Schwarz, Emil,** Dr. med., Bezirksarzt	Seidengasse 9	1	1910
»	**Schwarzenbach-Fürst, Arnold**	Kilchberg b. Z., Seewart	—	1916
»	**Schwarzenbach, Ernst,** Dr. med.	Stockerstrasse 32	2	1907
»	**Schweitzer, Alfred,** Dr., Prof. Phys. an der techn. Hochschule	Möhrlistrasse 69	6	1902
»	**Schweizer, Robert,** Dr. med.	Stadelhoferstrasse 15	1	1910
»	**Schwyzer, Fritz,** Dr. med.	Kastanienbaum b. Luzern	—	1912
»	**Schwyzer-Ellsworth, Fritz,** Kaufmann	Gartenstrasse 14	2	1913
Frl.	**Schwyzer, Jeanne,** cand. chem.	Hirschengraben 4	1	1915
Hr.	**Seiler, Ulrich,** Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Pestalozzistrasse 29	7	1901
»	**Seitz, Johann,** Dr. med.	Plattenstrasse 86	7	**1874**
»	**Sidler, Ernst,** Prof. Dr. med., Doz. f. Augenheilk. a. d. Univ.	Glärnischstrasse 40	2	1917
»	**Silberschmidt, William,** Dr. med., Prof. an der Univ.	Zürichbergstrasse 54	7	1903
»	**Speckert, Joseph,** Dr. med.	Bahnhofstrasse 5	1	1912
»	**Sperber, Joachim,** Dr., Fachlehrer	Büchnerstrasse 16	6	1898
»	**Sponagel, Paul,** Dr., Chemiker	Sihlquai 141	5	1914
»	**Stähli, Jean,** Dr. med., Priv.-Doz. f. Augenheilkunde a. d. Universität	Hadlaubstrasse 7	6	1917
»	**Staub, Hans,** cand. chem.	Susenbergstr. 171	7	1917
Fr.	**Staub-Elmenhorst, Mary Ellen**	Palmengasse 8	1	1914
Hr.	**Staub, Rudolf,** Dr., Geologe	Titlisstrasse 60	7	1911
Fr.	**Staub-Wagopoff, Sara,** cand. geol.	Titlisstrasse 60	7	1911
Hr.	**Staub, Walter,** Dr. sc. nat., Geologe, Compania de Petroleo la Corona, Aportado Postal No. 238	Tampico, Mexico	—	1911
»	**Staudinger,** Dr., Prof. der Chemie an der techn. Hochschule	Hadlaubstrasse 81	6	1912
»	**Stebler, F. G.,** Dr.	Walchestrasse 21	6	1879
»	**Stebler, Karl,** Lehrer	Gladbachstrasse 76	7	1895
»	**Steiger, Adolf,** Dr. med.	Goldauerstrasse 7	6	1905
»	**Steiger, Karl,** Kunstmaler	Kilchberg b. Zch.	—	1910
»	**Steiner, Gotthold,** Dr., Gymnasiallehrer	Thalwil	—	1911
»	**Steiner, Hans,** cand. phil.	Turnerstrasse 42	6	1912
»	**Stierlin, Hans,** Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Culmannstrasse 71	6	1910
»	**Stodola, Aurel,** Dr., Prof. Masch. a. d. techn. Hochschule	Freiestrasse 62	7	1894
»	**Stoll, Otto,** Dr. med., a. Prof. der Geogr.	Klosbachstrasse 75	7	**1875**
»	**Stoppani, Giovanni Ambrosio,** Dr. med., Prof. an der Zahnarztschule der Universität	Bahnhofstrasse 30	1	1903
»	**Strohl, Hans,** Dr., Prof. Zool. a. d. Universität	Kapfsteig 50	7	1907
»	**Suter, Heinrich,** Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Goldbach b. Küsnacht	—	**1871**
»	**Szávits, Stephan,** Dipl.-Ing., Gajeva ulica 20, Zagreb, Ungarn (Croatien)		—	1917

			Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
Hr.	**Täuber, Karl Paul,** Ingenieur	Rotbuchstrasse 32	6	1910
»	**Thalmann, Joh.,** Ingenieur	(landesabwesend)	—	1914
»	**Thellung, Albert,** Dr., Priv.-Doz. Bot. a. d. Univ.	Hegibachstrasse 42	7	1911
»	**Tobler, Adolf,** Dr., Prof. Elektr. a. d. techn. Hochschule	Winkelwiese 4	1	**1873**
»	**Treadwell, Fred. Pearson,** Dr., Prof. Chem. a. d. techn. Hochschule	Bächtoldstrasse 15	7	1894
»	**Treadwell, William D.,** Dr., Privatdoz. d. Chem. a. d. E. T. H.	Freudenbergstr. 146	6	1916
»	**Tröndle, Arthur,** Dr., Privatdoz. Bot. an der Univers.	Höhenweg 16	7	1915
»	**Trueb, Reinhold,** Ingenieur, Fabrikant	Hombrechtikon	—	1911
»	**Trümpler, Alfred,** Dr. sc. nat., diplom. Chemiker und diplom. Fachlehrer	Kasinostrasse 20	7	1914
»	**Tschulok, Sinai,** Dr., Fachlehrer für Naturwissensch. und Privatdozent an der Universität	Gloriastrasse 68	7	1909
»	**Ulrich, Alfred,** Dr. med., Leiter der Epilept. Anstalt	Südstrasse 150	8	1903
»	**Ulrich, Konrad,** med. pract., Assistenzarzt am othologischen Institut	Basel, Kohlenbergstr. 31	—	1912
»	**Veraguth, Otto,** Dr. med., Privatdoz. a. d. Universität	Ringgerstrasse 11	2	1903
»	**Vogel, Theodor,** Apotheker	Seefeldstrasse 81	8	1916
»	**Volkart, Alb.,** Dr., Vorstand d. Schweiz. Samenuntersuchungs- und Versuchsanstalt	Frohburgstrasse 67	6	1900
»	**Wagener, A.,** Brendelstrasse 9	Homburg v. d. Höhe	—	1910
»	**Walder, Hermann,** Dr. med.	Bella Vista, Feldmeilen	—	1917
»	**Wartenweiler, Traugott,** Sekundarlehrer	Oerlikon	—	1895
»	**Waser, Ernst,** Dr., Chemiker	Büchnerstrasse 22	6	1915
»	**Weber, Emil,** Dr., Sekundarlehrer	Hotzestrasse 35	6	1911
»	**Wegmann, Gustav,** Ingenieur	Hofstrasse 132	7	1898
»	**Wehrli, Hans,** Dr., Prof. Geogr. an der Universität	Kurhausstrasse 11	7	1903
»	**Wehrli, Leo,** Dr., Prof. a. d. höh. Töchterschule	Hochstrasse 60	7	1895
»	**Wehrlin, Kurt,** Dr. med.	Steinwiesstr. 17	7	1917
»	**Weigel, J. Heinrich,** Direktor d. Nat. Cash Register Co.	Gladbachstrasse 89	7	1914
»	**Weiss, Pierre,** Dr., Prof. Phys. an d. techn. Hochschule	Rigistrasse 14	6	1902
»	**Werner, Alfred,** Dr., Prof. Chem. an der Universität	Freiestrasse 111	7	1892
»	**Wetter, Ernst,** dipl. Fachlehrer d. Naturwissensch.	Museumstr. 45, St. Gallen	—	1915
»	**Wettstein, Ernst,** Dr., Prof. an der kant. Industrieschule	Attenhoferstrasse 34	7	1904
»	**Wettstein, Walter,** Sekundarlehrer	Birmensdorferstrasse 224	3	1893
»	**Weyl, Hermann,** Dr., Prof. Math. a. d. techn. Hochsch.	Schmelzbergstr. 20	7	1915
»	**Widmer, Adolf,** Dr. med.	Freigutstrasse 5	2	1916
»	**Wiederkehr, Rudolf,** Sekundarlehrer	Oberrieden b. Zch.	—	1910
»	**Wiegner, Georg,** Dr., Prof. Agr. Chem. a. d. techn. Hochschule	Gladbachstrasse 74	7	1913
»	**Wiesmann, Theodor,** Sekundarlehrer	Hegibachstrasse 28	7	1907
»	**Wild, Oscar,** Dr. med., Privatdoz. a. d. Universität	Steinwiesstrasse 31	7	1911
»	**Winterstein, Ernst,** Dr., Prof. Agr. Chem. a. d. techn. Hochschule	Physikstrasse 4	7	1893
»	**Wolfer, Alfred,** Dr., Prof. Astron. an beiden Hochsch.	Sternwarte	6	1880
»	**Wolfer, Paul,** Dr. med.	Weinplatz 7	1	1916
»	**Wolfke, Mieczyslaw,** Dr., Priv.-Doz. Phys. beid. Hochsch.	Tiefegässchen 38	6	1917
»	**Wünsche, Fritz,** Dr., Assistent am pharmakol. Inst. d. Universität	Zürich	—	1911
»	**Wyder, Theodor,** Dr. med., Prof. an der Universität	Eleonorenstrasse 2	7	1910
»	**Wyss, Max Oscar,** Dr. med., Privatdoz. a. d. Univ.	Seefeldstrasse 23	8	1910
»	**Wyss, Oscar,** Dr. med., Prof.	Kilchbergstrasse 85	2	1883

			Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
Hr.	**v. Wyss-Schindler, Wilhelm,** Dr., Prof., Rektor der höhern Töchterschule (ält. Abt.)	Hirschengraben 4	1	1911
»	**Wyssling, Walter,** Dr., Prof. Elektr. an der techn. Hochschule	Wädenswil	—	1893
»	**Zangger, Heinrich,** Dr. med., Prof. an der Universität	Bergstrasse 25	7	1904
»	**Zehnder, Ludwig,** Dr., Prof. der Physik	Klosbachstr. 119	7	1917
»	**Zeller-Williger, Erwin,** Ingenieur	Rütistrasse 10	7	1915
»	**Zeller, Heinrich,** Dr. jur., Staatsanwalt	Hofstrasse 136	7	1903
»	**Zermelo, Ernst,** a. Prof. Math.	Villa Friedberg, Davos P'tz		1911
»	**Zietzschmann, Otto,** Dr., Prof. Vet. Med. a. d. Universität	Seefeldstrasse 115	8	1907
»	**Zölly-Veillon, Heinrich,** Ingenieur	Brunaustrasse 42	2	1910
»	**Zollinger-Jenny, Ernst,** Fabrikant	Bellariastrasse 57	2	1884
»	**Zschokke, Erwin,** Dr. med., Prof. an der Universität	Selnaustrasse 36	1	1889
»	**Zschokke, Markus,** Assist. a. vet.-anat. Instit. d. Univ.	Peterhofstatt 7	1	1917
»	**Zschokke, Theod.,** Obstbautechniker a. d. eidg. Versuchsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau	Wädenswil	—	1912
»	**Zuppinger, Emil,** Fabrikant	Wallisellen	—	1892
»	**Zürcher, Ernst,** Buchdrucker	Brunngasse 2	1	1906
»	**Zürcher, Joh. Friedr.**	Bühler, Appenzell	—	1910

X.

Freie ausländische Mitglieder.

			Mitglied seit	Freie ausl. Mitgl.
Hr.	**Bühler, Anton,** Dr., Prof. Forstwiss. a. d. Universität	Tübingen	1882	1914
»	**Bluntschli, Hans,** Dr. med., Prof. Zool. a. d. Univers., Gärtnerweg 54	Frankfurt a. M.	1904	1916
»	**Disteli, Martin,** Dr., Prof. Math. a. d. techn. Hochschule, Kriegstr. 152	Karlsruhe	1892	1914
»	**Driesch, Hans,** Dr., Uferstrasse 52	Heidelberg	1892	1914
»	**v. Eggeling, Heinrich,** Dr. med., Prof. an d. Universität	Jena	1888	1914
»	**Emden, Rob.,** Dr., Prof. an d. techn. Hochsch. (Phys.), Habsburgerstr. 4	München	1888	1914
»	**Ernst, Paul,** Dr. med., Prof. an d. Univers., Graimbergw. 8	Heidelberg	1901	1914
»	**v. Frey, Max,** Dr. med., Prof. an der Universität	Würzburg	1898	1914
»	**Goldschmidt, Heinrich,** Dr., Prof. Chem. a. d. Univers.	Christiania	1881	1914
»	**Höber, Rudolf,** Dr. med., Prof. an d. Univers. (Physiol. Inst.)	Kiel	1889	1914
»	**Jordan, Hermann,** Dr., Prof. Physiol., Frans Halsstraat 19	Utrecht	1903	1914
»	**v. Laue, Max,** Prof. Phys., Beethovenstrasse 33	Frankfurt a. M.	1912	1914
»	**Lorenz, Richard,** Dr., Prof. Elektrochem. an der Univ.	Frankfurt a. M.	1897	1914
»	**Martin, Paul,** Dr., Prof. Anat. a. d. Univers., Johannesstr. 15	Giessen	1889	1914
»	**Martin, Rudolf,** Dr., Prof. Anthrop., Aubingerstr. 5	Pasing b. München	1890	1916
»	**Maurizio, Adam,** Dr., Prof. Bot. a. d. k. k. Hochschule	Lemberg	1902	1914
»	**Mollison, Theod.,** Dr., Anthrop., Panoramastrasse 22	Heidelberg-Rohrbach	1905	1914
»	**Ribbert, Hugo,** Dr. med., Prof. an der Universität	Bonn	1893	1914
»	**Rothpletz, Aug.,** Dr. Prof. Geol. a. d. Universität, Giselastr. 6	München	1880	1914
»	**Schall, Karl,** Dr., Prof. Chem. an der Universität, Sternwartenstr. 79	Leipzig	1889	1914
»	**Stix, Oswald,** Dr. ing., Ingenieur, Seidlgasse 14	Wien III	1908	1914
»	**Weber, Friedr.,** Dr., Geologe, Nederlandsche Coloniale Petroleum Maatschappy, Koningsplein W 20	Batavia-Weltevreden	1904	1914
»	**Wundt, Wilhelm,** Dr. med., phil. et jur., Prof. Philos. a. d. Univers.	Leipzig	**1874**	1914

XI.

A. Vorstand.

			Austritts-jahr
Präsident:	Hr.	**Bosshard, E.,** Dr., Prof., Ottikerstrasse 38	1916–1918
Vizepräsident:	»	**Rübel, E.,** Dr., Zürichbergstrasse 30	1917–1918
Sekretär:	»	**Kienast, A.,** Dr., Küsnacht (Zürich)	1917–1918
Quästor:	»	**Baumann-Naef, M.,** Dr., Tödistrasse 39	1914–1920
Redaktor:	»	**Schinz, Hans,** Dr., Prof., Seefeldstr. 12	1912–1918
Vertreter in der Kommission der Zentralbibliothek:			
	Hr.	**Rikli, M.,** Dr., Prof., Brandschenkesteig 12	1916–1922
Beisitzer:	»	**Huber-Stockar, E.,** Ingenieur, Neumünsterallee 12 . . .	1916–1918
»	»	**Frei, W.,** Dr., Prof., Heliosstrasse 8	1917–1918
»	»	**Heim, Arnold,** Dr., Hottingerstrasse 25	1916–1918

B. Rechnungsrevisoren 1916-1918.

Hr. **Bircher, E.,** Dr. jur.
» **Kummer-Weber, Wilhelm.**

Abwart: Hr. **Koch, Hans Heinrich,** Rämistrasse 44; gewählt 1882.

Mitgliederbestand.

	Auf 31. Dezember 1917
I. Ehrenmitglieder	13
II. Korrespondierende Mitglieder	4
III. Ordentliche Mitglieder	441
IV. Freie ausländische Mitglieder	23
	481

Preise für Separata aus der Vierteljahresschrift.

Der Autor erhält von der Gesellschaft 50 Freiexemplare in Umschlag geheftet, weitere Exemplare ohne Umschlag sind zu nachstehenden Preisen erhältlich:

	25 Exempl.	50 Exempl.	75 Exempl.	100 Exempl.	125 Exempl.	150 Exempl.	175 Exempl.	200 Exempl.	225 Exempl.	250 Exempl.	275 Exempl.	300 Exempl.
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
1/8 Bogen = 2 Seiten	2. 70	3. 30	3. 90	4. 50	5. 10	5. 70	6. 30	6. 90	7. 50	8. 10	8. 70	9. 30
1/4 „ = 4 „	3. 60	4. 45	5. 30	6. 15	7. —	7. 85	8. 70	9. 55	10. 40	11. 25	12. 10	12. 95
1/2 „ = 8 „	4. 60	5. 80	7. —	8. 20	9. 40	10. 60	11. 80	13. —	14. 20	15. 40	16. 60	17. 80
1/1 „ = 16 „	6. 45	8. 15	9. 85	11. 55	13. 25	14. 95	16. 65	18. 35	20. 05	21. 75	23. 45	25. 15
Umschläge mit dem Titel der Abhandlung	3. 75	4. 50	5. 25	6. —	6. 75	7. 50	8. 25	9. —	9. 75	10. 50	11. 25	12. —

Ab 1. Januar 1918: 10 % Zuschlag.

Die Kosten für Heften und Beschneiden sind in diesen Preisen inbegriffen, nicht aber diejenigen für allfällige Tafeln.

Die **„Vierteljahrsschrift“** der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich — in Kommission bei Beer & Co. — kann durch jede Buchhandlung bezogen werden. Bis jetzt sind erschienen Jahrgang 1–62 (1856—1917) als Fortsetzung der in 4 Bänden (1847—1855) veröffentlichten „Mitteilungen“ der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Der Verkaufspreis der Jahrgänge 51—61 beträgt Fr. 12.—, vom Jahrgang 62 ab Fr. 22.—. Ältere Jahrgänge sind, soweit noch vorhanden, zu reduzierten Preisen erhältlich. Der 41. Jahrgang — Festschrift der Naturforschenden Gesellschaft zur Feier ihres 150jährigen Bestehens — kostet 20 Fr. Er besteht aus der Geschichte der Gesellschaft (274 Seiten und 6 Tafeln), aus 35 wissenschaftlichen Abhandlungen (598 Seiten und 14 Tafeln) und einem Supplemente (66 Seiten).

Die seit **1799** in ununterbrochener Folge von der Gesellschaft herausgegebenen **„Neujahrsblätter“** sind ebenfalls durch die Buchhandlung Beer & Co. zu beziehen.

Seit 1865 sind erschienen:

P. Arbenz: Über Karrenbildungen. 1913. G. Asper: Wenig bekannte Gesellschaften kleiner Tiere. 1881. R. Billwiller: Kepler als Reformator der Astronomie. 1878. Die meteorologische Station auf dem Säntis. 1888. K. Bretscher: Zur Geschichte des Wolfes in der Schweiz. 1906. C. Cramer: Bau und Wachstum des Getreidehalmes. 1889. A. Escher v. d. Linth und A. Bürkli: Die Wasserverhältnisse der Stadt Zürich und ihrer Umgebung. 1871. A. Forel: Die Nester der Ameisen. 1893. H. Fritz: Aus der kosmischen Physik. 1875. Die Sonne. 1885. E. Gräffe: Reisen im Innern der Insel Viti Levu. 1868. U. Grubenmann: Ueber die Rutilnadeln einschliessenden Bergkrystalle vom Piz Aul im Bündneroberland. 1899. C. Hartwich: Das Opium als Genussmittel. 1898. O. Heer: Die Pflanzen der Pfahlbauten. 1866. Flachs und Flachskultur. 1872. Alb. Heim: Einiges über die Verwitterungsformen der Berge. 1874. Ueber Bergstürze. 1882. Geschichte des Zürichsees. 1891. Die Gletscherlawine an der Altels am 11. September 1895 (unter Mitwirkung von L. Du Pasquier und F. A. Forel). 1896. Neuseeland. 1905. Der Bau der Schweizeralpen. 1908. Arn. Heim: Über Grönlands Eisberge. 1911. Auf dem Vulkan Smeru auf Java. 1916. Th. Herzog: Reisebilder aus Ostbolivia. 1910. K. Hescheler: *Sepia officinalis* L. Der gemeine Tintenfisch. 1902. Der Riesenhirsch. 1909. J. Jäggi: Die Wassernuss und der Tribulus der Alten. 1884. Die Blutbuche zu Buch am Irchel. 1894. C. Keller: Über Farbenschutz in der Tierwelt. 1879. A. Lang: Geschichte der Mammutfunde (mit Bericht über den Fund in Niederweningen). 1892. G. Lunge: Beleuchtung sonst, jetzt und einst. 1900. A. Menzel: Zur Geschichte der Biene und ihrer Zucht. 1865. Die Biene. 1869. C. Moesch: Geologische Beschreibung der Umgebungen von Brugg. 1867. Wohin und warum ziehen unsere Vögel. 1877. Der japanische Riesensalamander und der fossile Salamander von Oeningen. 1887. J. Pernet: Hermann v. Helmholtz. 1895. A. de Quervain: Aus der Wolkenwelt. 1912. M. Rikli: Kultur und Naturbilder von der spanischen Riviera. 1907. Eine Frühlingsfahrt nach Kreta 1917. F. Rudio: Zum hundertsten Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft. 1898. E. Schär: Das Zuckerrohr. 1890. H. Schinz: Schweizerische Afrika-Reisende und der Anteil der Schweiz an der Erschliessung und Erforschung Afrikas überhaupt. 1904. Otto Schlaginhauten: Diewichtigsten fossilen Reste des Menschengeschlechts. 1914. G. Schoch: Ein Tropfen Wasser. 1870. Die Technik der künstlichen Fischzucht. Tabelle zur leichten Bestimmung der Fische der Schweiz. Fischfauna des Kantons Zürich. 1880. C. Schröter: Die Flora der Eiszeit. 1883. Der Bambus. 1886. Die Schwebeflora unserer Seen (das Phytoplankton). 1897. Die Palmen und ihre Bedeutung für die Tropenbewohner. 1901. Leo Wehrli: Der versteinerte Wald zu Chemnitz. 1915. A. Weilenmann: Über die Luftströmungen, insbesondere die Stürme Europas. 1876. Die elektrischen Wellen und ihre Anwendung zur drahtlosen Strahlentelegraphie nach Marconi. 1903. R. Wolf: Joh. Feer, Beitrag zur Geschichte der Schweizerkarten. 1873.

Zur Beachtung.

Die Bücherbestände der Naturforschenden Gesellschaft, die mit dem 1. Januar 1916 in den Besitz und damit auch in die Verwaltung der Zentralbibliothek übergegangen sind, stehen den Mitgliedern unserer Gesellschaft nach Massgabe der Benutzungsordnung der Zentralbibliothek zur Verfügung.